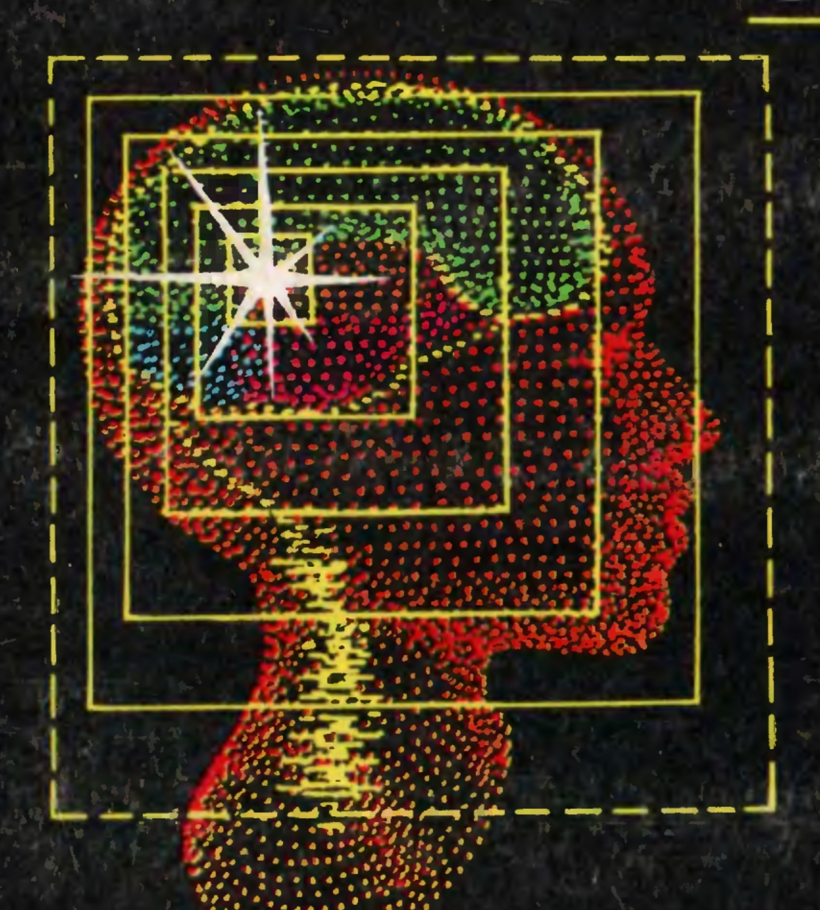



ПЕРЕВОДНАЯ НАУЧНО ПОПУЛЯРНАЯ ЛИТЕРАТУРА

Александр Борбели

# ТАЙНА СНА



Alexander Borbély

# DAS GEHEIMNIS DES SCHLAFS

*Alexander Borbély*

# *Das Geheimnis des Schlafs*

Neue Wege und Erkenntnisse
der Forschung

Deutsche Verlags-Anstalt

*Alexander Borbély*

# *Das Geheimnis des Schlafs*

Neue Wege und Erkenntnisse
der Forschung

Deutsche Verlags-Anstalt

*Александр Борбели*

# *Тайна сна*

*Перевод и примечания кандидата биологических наук В. М. Ковальзона*

*Предисловие доктора медицинских наук, профессора А. М. Вейна*

Издательство „Знание"
Москва 1989

ББК 88
Б 82

**Борбели А.**

Б 82 Тайна сна/Пер. с нем. В. М. Ковальзона.— М.: Знание, 1989.— 192 с.

60 к. 100 000 экз.

Один из ведущих специалистов в мире по проблеме сна знакомит с новейшими научными данными о природе сна, его нейрофизиологических и нейрохимических механизмах, различных нарушениях и методах борьбы с ними. Он рассказывает об интересном и до конца не изученном явлении — сновидениях и о многих других проблемах, связанных с исследованием сна у человека и животных.

Эта увлекательная книга будет интересна не только специалистам, но и широкому кругу читателей.

Б $\frac{0303020000—080}{073(02) — 89}$ КБ-28-002-88 ББК 88



ISBN 5-07-000405-0

# *Предисловие*

Профессор Александр Борбели является известным исследователем сна, работающим в Швейцарии. На последнем Европейском конгрессе общества по изучению сна (в 1988 г.) он избран президентом этого общества. Можно только приветствовать, когда авторитетный ученый решается на написание научно-популярной книги. Нет сомнений, что население должно быть полностью информировано о сегодняшних днях науки вообще и науки, посвященной изучению человека, в особенности. Однако многие крупные ученые не обладают даром ясного и доступного изложения предмета своих исследований. Следует сразу сказать, что у А. Борбели имеется несомненный талант научного популяризатора. Все эти соображения особенно актуальны, когда работа относится к такой загадочной области, как сон. С одной стороны, нет человека, которого бы не интересовал этот всегда остающийся таинственным процесс, с другой, каждый на основании своего жизненного опыта считает себя экспертом в этой области. Несомненно, ученый, пишущий о проблемах космогонии, ядерной энергетики, молекулярной генетики и т. д., безоговорочно авторитетен для читателя-неспециалиста, сомнолог же (специалист, изучающий сон) должен пробиваться через густую чащу легенд, семейных представлений и собственных взглядов каждого читателя.

В относительно небольшой по объему книге автору удалось осветить основные аспекты проблемы сна. При этом он нисколько не скрывал, что многие вопросы еще далеки от решения. Книга уже переведена на английский и японский языки, теперь дело дошло и до русского читателя. Автор пишет, что у него практически нет предшественников и он не встречал популярных книг по этому вопросу. Это, пожалуй, не совсем точно, так как лишь на русском языке вышли такие научно-популярные работы, как «Бодрствование и сон», «Три трети жизни». Рекомендуемая книга, естественно, не повторяет их, да и тема оставляет широкие возможности для различного освещения проблемы сна. Выскажем три соображения.

1. Сон и бодрствование являются двумя основными функциональными состояниями, в которых протекает жизнь человека. Пожалуй, целесообразнее не отрывать эти состоя-

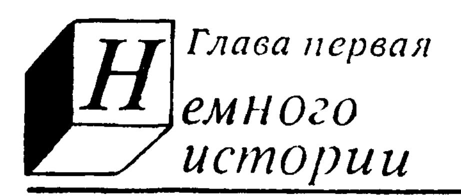
ния друг от друга и рассматривать их в едином цикле «бодрствование — сон».

2. Сон важен не сам по себе и не только в плане его расстройств, но и как важнейшая арена, на которой формируются многие патологические состояния. Отсюда важность разработки новой главы медицины — медицины сна. Понятно, что автор, не будучи клиницистом, не касался этой важнейшей стороны проблемы.

3. Некоторые терминологические вопросы. Мы всегда восстаем против термина «бессонница» и неточного по существу, и имеющего отрицательное психологическое влияние на людей с проблемами сна. Лучше говорить о нарушениях сна — диссомниях, инсомниях и т. д. Огромное достижение сомнологии — выделение двух основных фаз сна, обозначаемых в книге как медленная и парадоксальная фазы. Нам кажется последовательным и более точным говорить о медленной и быстрой фазах сна, либо ортодоксальной и парадоксальной. Все это имеет значение, так как никакого парадокса природой в организацию сна не заложено.

Недавно я получил письмо от А. Борбели, в котором он проявляет большой интерес к исследованиям сна в СССР. Размах этих работ кажется нам недостаточным. Будем надеяться, что выходящая книга не только привлечет внимание широкой публики, но и подвигнет на работу в сомнологии способную научную молодежь, организаторы науки и медицины будут способствовать этим исследованиям. Хочу отметить и высокое качество перевода (профессиональное и литературное), осуществленное кандидатом биологических наук В. М. Ковальзоном. Глубоко уверен в успехе этой книги у широкой читательской аудитории.

А. М. ВЕЙН, профессор,
доктор медицинских наук



# Глава первая
# Немного истории

> Окружающий мир, по-видимому, не овладевает нами полностью, даже когда мы выросли, но только на две трети; одна треть нашего «Я» еще не родилась. При каждом утреннем пробуждении мы как бы рождаемся заново.
>
> *Зигмунд* ***ФРЕЙД***

Каждый вечер, когда мы засыпаем, наше сознание как бы выключается на несколько часов. Мы перестаем видеть, слышать и чувствовать, что происходит вокруг. Мир сна и мир бодрствования настолько различны между собой, что про каждого человека можно сказать, что он живет в двух мирах. Особенно ярко это различие двух состояний проявляется, если внезапно разбудить человека среди ночи, когда он не может сразу сообразить, где он и что с ним происходит.

Сон воспринимается как явление настолько обыденное, что здоровые люди редко задумываются над его природой и значением. Лишь когда сон расстраивается, он становится проблемой. Цель этой книги — показать, что сон, один из основных жизненных процессов, в последние годы становится все более интересным объектом научного анализа. Результаты новейших исследований дают основание надеяться, что ответы на вопросы, столетия занимавшие умы, будут наконец найдены. Я также попытаюсь создать у читателя общее представление о том, сколь много различных научных дисциплин вносят свой вклад в изучение сна. В сущности, ни одна, пожалуй, область современной науки не сочетает в себе, с одной стороны, столь важного фундаментального значения, с другой — непосредственного отношения к повседневной жизни каждого, как исследование сна. Наука о сне уникальна еще в одном отношении: собственный жизненный опыт делает каждого, так сказать, «специалистом» в этой области.

## О слове «сон»

Слово «сон» в современном немецком (schlaf), английском (sleep) и голландском (slaap) языках германского происхождения и возникло от готического sleps через старо- и средневековогерманское slaf. Немецкое schlafen (спать) вначале значило schlapp werden — утомиться, расслабиться.

Как мы увидим далее, в современных исследованиях сна постепенное расслабление мышц, или снижение мышечного тонуса, служит важным признаком при распознавании разных стадий сна.

Немецкое слово schlummer и его английский эквивалент slumber (сон, дремота) также германского происхождения от индо-германского корня slu. Это слово впервые появилось в нижней и средней части Верхней Германии и было введено в литературный язык в XVI в. Мартином Лютером. Немецкое слово dösen означает «дремота» и имеет родственное слово с тем же значением в английском языке to doze. Немецкое слово dusel (вызывающий головокружение) и соответствующее английское dizzy имеют тот же корень, что и немецкое dunstig (смутный, туманный). Таким образом, слово «дремать» может также употребляться при описании состояния помутненного сознания.

От слова «сон» произошел ряд выражений, которые к самому сну имеют весьма отдаленное отношение. Так, глагол «уснуть» иногда употребляется в качестве синонима понятия «умереть», так же как выражение «вечный сон» означает смерть. Выражение «ляжем спать, утро вечера мудренее» означает отложить решение проблемы на следующий день, чтобы заняться ею с ясной головой.

Но все же большая часть слов, имеющих отношение ко сну, происходит от латинского слова somnus (сон), такие, как сомноленция или сомнамбулизм (снохождение). Сомнилоквист — это тот, кто разговаривает во сне. Латинский термин для глубокого сна sopor — это имя римского бога сна; от него происходит слово «сопорифический» (вызывающий сон, делающий сонным). Имя греческого бога сна Гипноса содержится в слове «гипноз» (погружение в сон) и «гипногенный» (способствующий сну). Большинство индо-германских и романских языков содержит корень som или son, родственный латинскому somnus, для обозначения сна: по-французски — sommeil, по-итальянски — sonno, по-испански — sueño, по-португальски — somno, по-румынски — somnul, по-шведски — somn, по-датски — sovn,

по-русски — сон, по-польски — sen, по-болгарски — сън, по-сербохорватски — сан, по-чешски — spanek, на хинди — сона.

На других языках сон называется: по-гречески — гипнос, по-венгерски — alvás, по-фински — uni, по-турецки — уйку, по-древнееврейски — шенах, по-японски — немури, по-китайски — шу яо, на южноиндийском языке телугу — нидура, на зулусском языке — лала.

## Ранние попытки объяснить сон: от философии к науке

Дошедшие до наших дней письменные источники содержат ряд попыток философов и врачей Древней Греции объяснить природу сна. Эмпедокл, создатель доктрины четырех элементов, в соответствии с которой ничто не исчезает бесследно и не возникает вновь, а представляет собой различные комбинации огня, воздуха, воды и земли, считал, что сон происходит вследствие некоторого уменьшения тепла, содержащегося в крови; т. е., выражаясь его словами, отделения элемента огня от трех других. Гиппократ, «отец медицины», полагал, что охлаждение членов спящего вызывается оттоком крови и тепла во внутренние области тела.

По мнению великого натурфилософа Аристотеля, непосредственная причина сна содержится в поедаемой нами пище, которая выделяет духи, перетекающие из нее в вены. Тепло тела, полагал он, направляет эти духи в голову, где они накапливаются и вызывают сонливость. Затем они охлаждаются в мозгу и опускаются в нижние части тела, унося тепло от сердца. Этот процесс вызывает сон, который продолжается до тех пор, пока вся пища не переварится, и чистая кровь, предназначенная для верхних частей тела, не очистится от грязной крови. Александр Афродизийский, комментатор Аристотеля, живший во II—III вв. нашей эры, развивал далее теорию тепла и пришел к выводу, что утомление вызывает высыхание тела и таким образом потерю тепла; это в конечном счете приводит ко сну.

В средние века (XII в.) Хильдегарда из Бингена, германская бенедиктинская монахиня, написала мистический трактат о природе и о медицине, в котором подчеркивала параллели между сном и пищей, связывая оба явления с

грехопадением Адама. Ф. Кюлен описывает ее довольно своеобразную точку зрения следующим образом:

«Человеческое существо состоит из двух частей — бодрствующей и спящей. Таким образом, тело человека вскармливается двумя путями, а именно: пищей и отдыхом. До грехопадения сон Адама был «сном погружения» (сопор), т. е. глубоким, созерцательным сном, а пища была только для глаз его; и сон и пища существовали только для того, чтобы насыщать и услаждать его дух. Грехопадение сделало его тело слабым и немощным, больше похожим на тело мертвеца, чем на тело живого. И с тех пор существо человеческое стало нуждаться в двух источниках силы — пище и отдыхе. Сон стал обычным состоянием для всех людей. Так же как пища дает рост плоти, так и спинной (продолговатый) мозг, истончаясь и слабея в бодрствовании, восстанавливается и разрастается во сне».

В XVI в. знаменитый врач Парацельс стремился к более тесной связи медицины и естествознания. Он имел вполне определенные представления по самым разным вопросам, среди которых был и сон. Парацельс придерживался того мнения, что естественный сон продолжается 6 ч, снимает утомление от работы и освежает спящего. Он не советовал спать ни слишком много, ни слишком мало, но следовать солнечному циклу, ложась с заходом солнца и вставая с рассветом.

В XVII и XVIII вв. сон обычно объясняли с помощью довольно странных сочетаний физиологических и метафизических рассуждений. Английский врач и физиолог Александр Стюарт считал, например, что сон возникает в результате недостатка «животных духов», которые истекают из тела во время физической работы и движения. Голландский врач Герман Бергаве полагал, что «нервный дух» (spiritus nervosi) выделяется из крови мозгом. Сон происходит оттого, что жидкость, или ликвор,в мозге не может свободно перемещаться; она уже не может, как обычно, заполнять мелкие сосуды и нервы, отходящие от мозга к чувствительным органам и двигательным мышцам. Эти идеи Бергаве имеют определенное сходство с теорией швейцарского врача и натуралиста Альбрехта фон Халлера (1708—1777), который полагал, что сгущение крови в голове оказывает давление на мозг, перекрывая таким образом ток «духов» по нервам. Открытие кислорода сыграло важную роль в размышлениях немецкого философа Якоба Фриделиса Аккермана (1765—1815). Он полагал, что кислород из вды-

хаемого нами воздуха создает «жизненный эфир», который достигает мозга через кровь и там выделяется и накапливается. Проталкиваемый «силами мозга» в нервы и мышцы, он вызывает «животное движение». Утомление ведет к нехватке «жизненного эфира», однако во время сна его запасы могут пополняться.

Натурфилософия XIX в. ввела временную моду на мистические представления. Примером может служить точка зрения профессора физиологии и хирургии Филиппа Франца фон Вальтера: «Сон — это капитуляция нашей эгоистической сущности перед коллективизмом естественного духа, слияние индивидуальной человеческой души с универсальным духом природы».

Развитие естественных наук в XIX в. дало толчок к попыткам такого объяснения сна, которое основывалось бы исключительно на законах физиологии и химии. Например, Александр фон Гумбольдт полагал, что сон возникает из-за недостатка кислорода, а физиолог Эдуард Фридрих Вильгельм Пфлюгер из Бонна считал, что сон происходит вследствие уменьшения количества кислорода, поглощенного «живыми молекулами мозга». Другие авторы называли в качестве основной причины сна такие факторы, как обескровливание мозга, разбухание нервных клеток и изменение электрических зарядов в ганглиях. Во второй половине прошлого века физиолог Вильгельм Тьерри Пфейер разрабатывал представления, согласно которым утомление приводит к появлению в теле веществ, поглощающих кислород крови, обделяя им мозг, который без кислорода не может активно функционировать. Пфейер считал, что этими веществами являются молочная кислота и креатин.

Хотя все эти теории и использовали новейшие для своего времени научные данные для объяснения природы сна, ни одна из них не основывалась на строгих доказательствах, и их сторонники даже не пытались подвергнуть их экспериментальной проверке. Эта задача выпала на долю ученых нашего века. Мы вернемся к этому вопросу в последующих главах, особенно в гл. 8 и 9.

## Место и время для сна: социология сна

В Европе большинство жилых помещений имеют спальни, т. е. специальные комнаты для сна. Однако это сравнительно новое явление в человеческой истории. Еще в эпо-

ху раннего средневековья люди спали обычно в одной большой комнате, той же, которая служила и для разных других целей. Слуги спали подле хозяев, чтобы быть всегда под рукой. Отдельные же помещения специально для сна появились вначале в европейских королевских дворцах. Одна из наиболее знаменитых спален принадлежала «королю-солнцу» Людовику XIV; она располагалась в самом центре дворца и являлась средоточием королевской власти. Lever du Roi (пробуждение короля) представляло собой ежеутреннюю церемонию, во время которой король давал аудиенцию, еще пребывая в постели, что считалось важнейшим придворным ритуалом. Обычай иметь отдельную спальню был затем перенят аристократией, а в дома представителей среднего класса он пришел позже.

Организация помещений для сна порой была проблемой и на постоялых дворах. Немецкий социолог Петер Глейхман сообщал, например, что на минеральных водах в Германии в XVII в. был такой наплыв приезжих, что половина из них «спала только до полуночи из-за нехватки кроватей; затем другая половина гостей ложилась спать в свою очередь». В деревнях старые привычки спать вповалку отмирали медленно. Глейхман цитирует один документ о бретонских фермерах XIX в.; кроме всего прочего, он описывает, как все члены семьи хозяина вместе с прислугой спали на одной огромной кровати. Проезжим гостеприимно предлагалось местечко на той же самой общей кровати.

Возрастающее социальное размежевание мужчин и женщин в XIX в. проявляется также и в обычаях сна. В состоятельных семьях хозяин и хозяйка дома имели раздельные комнаты для переодевания, а у детей была своя детская. Иногда для мальчиков и для девочек были отдельные комнаты. Спальни, которые прежде были доступны и для посторонних, стали интимным помещением. Все это отразилось и в планировке гостиниц и постоялых дворов, где большие общие комнаты стали редкостью, а на смену им пришли одноместные номера.

В былые времена не существовало жестких правил ни в отношении места, ни времени сна. Глейхман приводит иллюстрации, датируемые поздним средневековьем, например рисунки фламандской школы, где часто изображаются персонажи, спящие среди бела дня где-нибудь возле дома или на обочине дороги, или в поле. Даже и в наши дни путешественников в таких странах, как Индия, поражает

огромное количество людей, спящих днем прямо на улицах. Наоборот, в Европе сформировалось убеждение, что не годится спать где попало и когда попало. Например, спать на улицах или в других общественных местах считается нарушением общественного порядка. Полиция обычно будит таких людей. Впрочем, в таких больших городах, как, например, Париж, на бродяг, спящих под мостами и на станциях метро, власти смотрят сквозь пальцы. В то же время люди более высоких социальных слоев могут дремать в общественном транспорте, поездах и самолетах, и это считается вполне допустимым.

Дневной сон, который обычно считается символом лени и апатии, описывается в знаменитом романе XIX в. русского писателя Ивана Гончарова, который считается классикой мировой литературы:

«Лежание у Ильи Ильича не было ни необходимостью, как у больного или как у человека, который хочет спать, ни случайностью, как у того, кто устал, ни наслажденьем, как у лентяя: это было нормальным состоянием. Когда он был дома — а он был почти всегда дома,— он все лежал, и все постоянно в одной комнате, где мы его нашли, служившей ему спальней, кабинетом и приемной».

Герой романа провалялся в постели всю свою жизнь, и друзья тщетно пытались убедить его начать трудиться.

В этой главе мы попытались схематично очертить гуманитарные аспекты сна, которые и интересны, и поучительны, будь то в связи с историей культуры, лингвистикой, социологией или другими областями. В последующих главах мы рассмотрим современные исследования сна, которые развиваются главным образом в рамках естественных наук.

*Глава вторая*

# Ученые исследуют сон — различные стадии сна

> **Во время сна появляются группы волн, которые не коррелируют с какими-либо заметными внешними стимулами, но могут быть связаны с какими-то внутренними явлениями неизвестной природы.**
>
> ***А. Л. ЛУМИС, Э. Н. ХАРВИ, ДЖ. ХОБАРТ***

## Зарождение исследований сна

Не удивительно, что до недавнего времени лишь очень немногие ученые рассматривали сон как стоящий объект для исследований. В отличие от бодрствования, которое поддается наблюдению и измерению и о котором доброволец-испытуемый сам может рассказать исследователю, сон представлялся феноменом, недоступным для изучения. Конечно, можно наблюдать за изменениями позы спящего или регистрировать частоту его дыхания, пульс, температуру тела во сне. Однако такие наблюдения и измерения касаются лишь тех физических явлений, которые сопутствуют сну, но ничего не говорят о фундаментальных процессах самого сна. С другой стороны, если целью эксперимента является, скажем, определение глубины сна испытуемого, то неизбежно приходится пробуждать его, как-то вмешиваться в его сон. Таким образом, изучаемый предмет, т. е. сон, сам оказывается под воздействием эксперимента. Тем не менее именно исследования такого рода дали первые указания на то, что сон протекает в виде последовательных стадий. Немецкий физиолог Кёльшюттер в XIX в. установил, что сон наиболее глубок в первые часы, а в дальнейшем становится более поверхностным.

Крупнейшим событием в истории современного изучения сна явилось открытие электрических волн, возникающих в самом мозге, которые можно регистрировать.

Сегодня в тысячах лабораторий и больниц всего мира ежедневно делаются записи электрических волн мозга, которые называются электроэнцефалограммами (ЭЭГ); однако этому методу, который теперь воспринимается как нечто вполне обычное, всего 50 лет.

## Открытие ЭЭГ

Первые опыты по регистрации волн мозга были предприняты Гансом Бергером в 20-е годы. В то время доктор Бергер руководил отделением неврологии больницы в г. Иена (Германия) и имел репутацию скромного и уважаемого врача. Он проводил свои оригинальные исследования в свободное время, после того как целый день лечил пациентов в больнице. Бергер решил посмотреть, не удастся ли зарегистрировать со скальпа мозговые волны с помощью такого оборудования, которое по нашим теперешним меркам кажется чрезвычайно примитивным: гальванометра Эдельмана, а позже — катушечного гальванометра Сименса. Маленькие серебряные пластинки служили электродами, которые он прикреплял к голове испытуемого. Те электротоки, которые удавалось зарегистрировать с помощью подобной процедуры, едва ли были больше, чем флуктуации, вызываемые самим этим неадекватным оборудованием. Тем

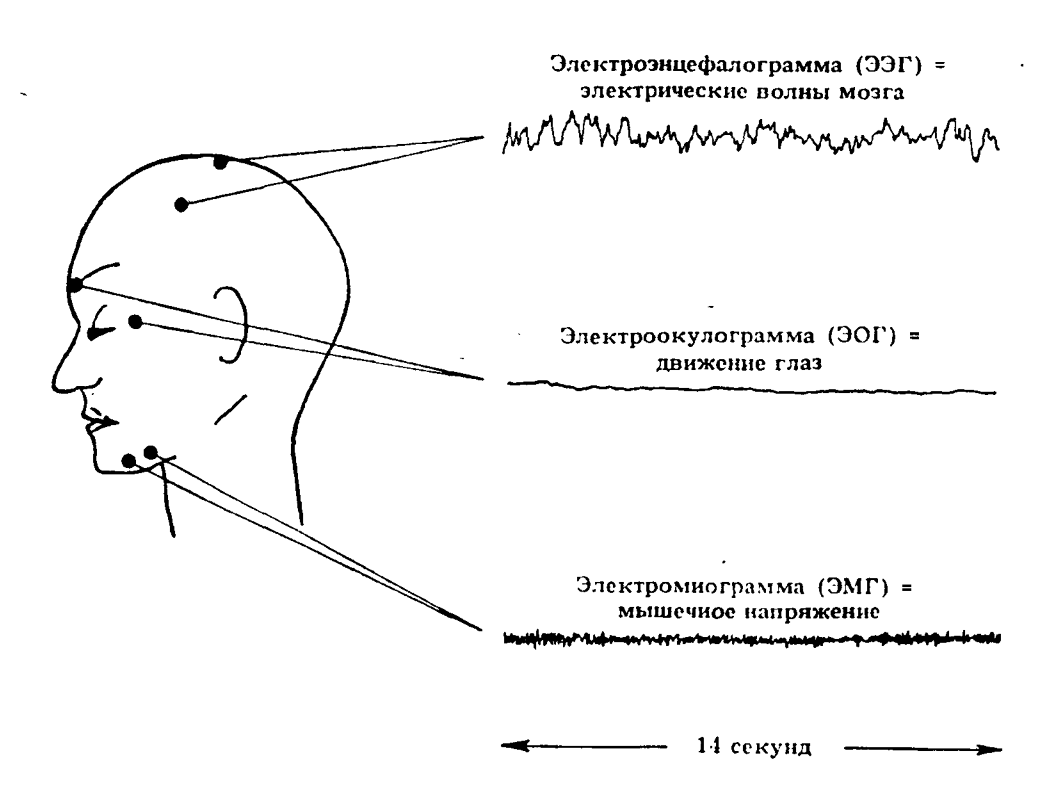



***Рис. 1.* ЭЭГ, ЭОГ и ЭМГ. Электрические волны дают информацию о сне. Электроэнцефалограмма (ЭЭГ) — это запись электрических волн мозга; электроокулограмма (ЭОГ) — запись колебаний электропотенциалов, возникающих при движении глаз; электромиограмма (ЭМГ) — запись возникающих в мышцах потенциалов, пропорциональных уровню мышечного напряжения (тонуса)**

не менее удалось успешно зарегистрировать у спокойного бодрствующего испытуемого регулярные волны частотой приблизительно 10 циклов в секунду; так был открыт знаменитый альфа-ритм электрической активности головного мозга (рис. 1).

Вначале коллеги-медики либо просто игнорировали работу Бергера, либо воспринимали ее с большим недоверием. Это продолжалось до тех пор, пока его опыты не были подтверждены авторитетными физиологами Эдрианом и Мэтьюсом в 1934 г., после чего открытие Бергера получило наконец всеобщее признание.

Давайте теперь взглянем на то, как сегодня, 50 лет спустя, регистрация ЭЭГ применяется в исследованиях сна.

## Ночь в лаборатории по изучению сна

Ребекка — студентка, которая увлекается исследованиями сна и часто сама выступает в роли испытуемой. У нее хороший альфа-ритм при бодрствовании и четко видны все изменения ЭЭГ при засыпании. Такие записи легко анализировать, и поэтому Реббека — прекрасная испытуемая для изучения сна. Сегодня мы пригласили Ребекку для того, чтобы она провела в лаборатории первую ночь, адаптационную, за которой последует несколько экспериментальных ночей. Ребекка надевает пижаму и усаживается в удобное кресло. На нее наложили электроды. Эти маленькие серебряные кружочки в виде чашечек, каждый из которых присоединен к тонкому гибкому проводу, заполняются электропроводящей пастой и прижимаются к определенным участкам скальпа. Это электроды для регистрации ЭЭГ. Два других электрода прилепляют к коже под подбородком для записи электрической активности подбородочных мышц. Эта запись называется электромиограммой, или ЭМГ. Она дает информацию о напряжении или расслаблении мышц. Наконец, еще одна пара электродов закрепляется возле наружных уголков глаз, чтобы записать электрические сигналы, возникающие, когда глаза двигаются. Это так называемая электроокулограмма, или ЭОГ. Как мы увидим далее, ЭОГ особенно важна для распознавания одной особой фазы сна. Минут через 45 все электроды уже на месте, и проведена проверка их электрического контакта с поверхностью головы. Теперь студентка с электродами на голове и лице переходит в соседнюю специально оборудованную звуконепроницаемую камеру, где ей предстоит

провести ночь. После того как Ребекка ложится в постель, все провода от электродов подсоединяются к соответствующим гнездам специальной электродной коммутирующей головки, расположенной над кроватью, так что испытуемая оказывается теперь присоединенной к регистрирующей аппаратуре. После этого электрические сигналы, возникающие в голове испытуемой, можно записывать всю ночь, находясь в соседней комнате. Несмотря на то что от головы Ребекки к электродной головке тянется много проводов, она имеет достаточно свободы движений, чтобы во время сна переворачиваться и чувствовать себя удобно. Экспериментатор желает ей хорошего сна и выключает свет. После окончательной проверки работы аппаратуры он начинает запись на бумаге. Бумага начинает двигаться со скоростью 10 мм в секунду. Перья полиграфа двигаются, рисуя ЭЭГ, ЭМГ и ЭОГ в виде кривых на бумаге. Регистрация сна Ребекки началась.

## ЭЭГ во время бодрствования и сна

Этот момент всегда волнующий даже для опытного исследователя сна. Наблюдая за непрерывно изменяющимся рисунком волн, ощущаешь непосредственный контакт с внутренним миром испытуемого. Когда он засыпает, регулярный альфа-ритм спокойного бодрствования сменяется мелкими быстрыми колебаниями. Затем, по мере продолжения сна, в ЭЭГ постепенно нарастают большие медленные волны, которые в конце концов становятся преобладающими. Еще в 1930 г. американские физиологи Лумис, Дэвис и их коллеги наблюдали эти типичные изменения во время сна и установили, что, когда волны увеличиваются в размере и замедляются, сон испытуемого углубляется. На основании этих результатов они попытались выделить во сне различные стадии. Однако в то время знания относительно изменений ЭЭГ во время сна были недостаточны, из-за чего одна из важнейших стадий сна так и не была открыта (рис. 2).

## Сон с быстрыми движениями глаз

Натаниэля Клейтмана называют «дедушкой» современной науки о сне. Он эмигрировал из России во время первой мировой войны и поселился в Чикаго, где посвятил

себя экспериментальному и теоретическому изучению сна. Его книга «Сон и бодрствование», опубликованная впервые в 1939 г. и вышедшая вторым изданием в 1963 г., содержит более 4 тыс. библиографических ссылок и поныне остается классической в своей области. В 1952 г. Клейтман заинтересовался медленными вращательными движениями глаз, которые обычно возникают в начале сна, и поручил одному из своих аспирантов, Юджину Азеринскому, изучить это явление более тщательно. Как уже отмечалось выше, движения глаз регистрируют, прилепляя электроды на кожу лица возле глаз. К своему большому удивлению, Азеринский обнаружил изменения в ЭОГ спустя много времени после засыпания, они выглядели как внезапные вспышки очень быстрых движений глаз. Эти неожиданные результаты были восприняты профессором Клейтманом с определенным

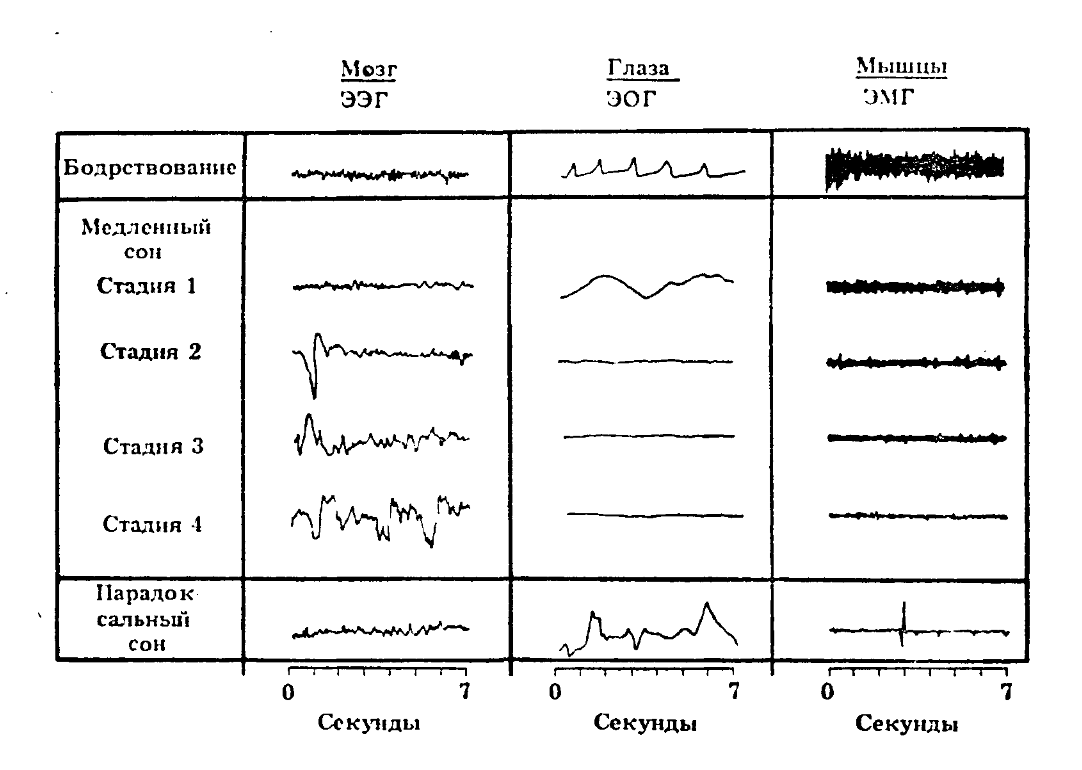



*Рис. 2.* Стадии сна. Стадии сна определяются по рисункам электрической активности, возникающей в мозге, глазах и мышцах. По мере того как нарастает глубина медленного сна (от стадии *1* к стадии *4*), волны мозга становятся все выше и замедляются; одновременно мышечное напряжение падает. В начальный период сна (стадия *1*) появляются медленные вращательные движения глаз. В парадоксальном сне ЭЭГ похожа на стадию *1*, но на ЭОГ отмечаются типичные быстрые движения глаз. На ЭМГ видны случайные мышечные подергивания, но в целом мускулатура полностью расслаблена.

скептицизмом, так как в то время считалось, что быстрые движения глаз могут возникать только в бодрствовании, когда человек меняет направление своего взгляда. Тем не менее непосредственное наблюдение спящих испытуемых подтвердило, что их глаза и в самом деле двигаются под закрытыми веками. Вильям Демент, в то время также аспирант Клейтмана, а позднее один из пионеров современного изучения сна, принялся за систематическое исследование этого явления. В последующие годы он обнаружил, что если разбудить испытуемого в той фазе сна, когда появляются быстрые движения глаз, то во многих случаях он сообщает, что видел сны. Прошло несколько лет, пока наконец не стало ясно, что открыто принципиально новое состояние сна. Парадоксальное появление быстрых движений глаз в этой стадии сна вызвало к жизни целый ряд терминов, принятых для ее обозначения: сон с быстрыми движениями глаз, парадоксальный сон, быстрый сон. Все эти термины являются синонимами и в настоящее время общеприняты.

## Различные стадии сна — профиль сна

Мы покинули нашу испытуемую Ребекку в самом начале регистрации ее сна. Давайте-ка теперь взглянем через плечо экспериментатора, что там за рисунки чертят перья полиграфа на бумаге. Очевидно, студентка еще не заснула, поскольку на ЭЭГ ясно виден альфа-ритм, типичный для расслабленного бодрствования. На ЭОГ нерегулярные колебания, потому что глаза ее двигаются, а быстрая активность на ЭМГ указывает на высокий мышечный тонус. Однако уже через несколько минут картина меняется, так как альфа-ритм ЭЭГ исчезает, уступая место мелким, быстрым и нерегулярным волнам, в то время как на ЭОГ видны медленные колебания, соответствующие вращательным движениям глаз,— Ребекка засыпает. Она пребывает в стадии *1*, переходной фазе между бодрствованием и сном. Вскоре возникают несколько бóльшие волны, перекрываемые вспышками быстрой активности, называемой «сонными веретенами». Время от времени появляются также большие, медленные волны: это так называемые К-комплексы. Мышечное напряжение уже значительно ниже, чем при бодрствовании, глаза неподвижны. Все это характерные признаки стадии *2*, первое появление которых

рассматривается многими исследователями как момент истинного наступления сна. Стадия *2* — исключительно важный вид сна, так как она занимает более половины всего его времени (рис. 3).

Через несколько минут волны ЭЭГ становятся еще бóльшими (более высокими по амплитуде) и замедляются. Эти медленные колебания, имеющие частоту 1—4 цикла в секунду, называются дельта-волнами. Такой сон характерен для стадии *3*. Если дельта-волны занимают более 20% времени записи, то сон переходит в стадию *4*. Стадии *3* и *4* вместе часто называют дельта-сном, или глубоким медленным сном. Ребекка уже 20 мин провела в стадии *4*. На ЭМГ продолжает регистрироваться слабое напряжение мышц, глаза неподвижны. Но затем картина внезапно меняется. Амплитуда ЭМГ подскакивает, и перо полиграфа вибрирует так, что разбрызгивает чернила по бумаге. Перо канала ЭЭГ резко отклоняется в крайнее положение, и в течение нескольких секунд никакой регистрации не происходит. Что же случилось? Испытуемая просто изменила позу во сне, вызвав электрические помехи в регистрации. Однако по мере углубления сна, его перехода от стадии

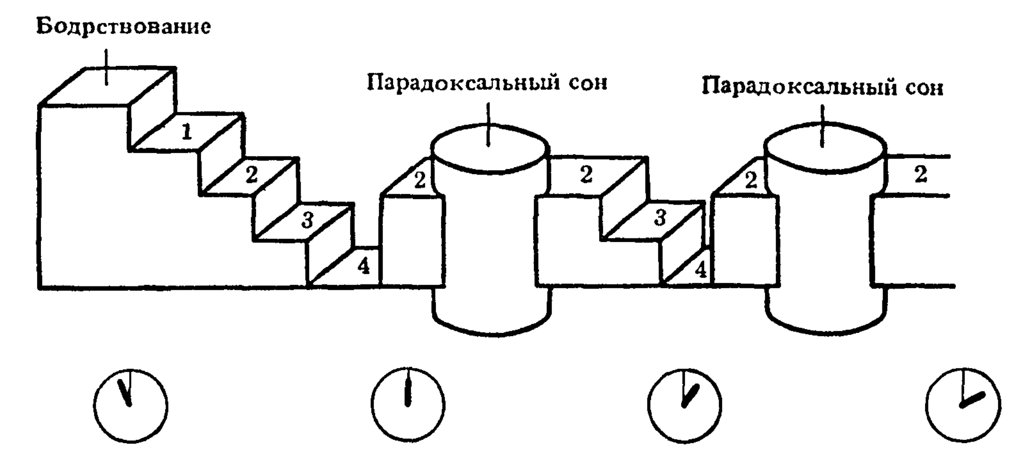



*Рис. 3.* «Лесенка сна» в первые 3 ч ночного сна. Каждая ступенька соответствует уровню сна. После засыпания человек спускается через стадию *2* в глубокий медленный сон (стадии *3* и *4*). Первый эпизод парадоксального сна возникает через час после засыпания. Так как парадоксальный сон принципиально отличен от медленного сна, то он представлен в виде тумбы. Хотя ЭЭГ в парадоксальном сне напоминает начальную переходную стадию *1*, на самом деле это довольно глубокий сон, из-за чего он и называется парадоксальным. Медленный и парадоксальный сон циклически сменяют друг друга. На рисунке представлены только два полных цикла

*2* к стадиям *3* и *4*, такие движения тела возникают все реже и реже, хотя и продолжают появляться в конце каждого периода глубокого медленного сна. Вслед за этим движением тела несколько минут наблюдается стадия *2*. Однако затем в течение секунд амплитуда волн ЭМГ снижается, указывая на почти полное исчезновение мышечного тонуса. Теперь рисунок ЭЭГ напоминает переходную стадию *1*, на нем видны небольшие быстрые колебания. На канале ЭОГ видны резкие броски пера, соответствующие быстрым движениям глаз. Ребекка перешла в первый период парадоксального сна, который длится всего несколько минут, а за ним вновь следует стадия *2*. Начинается новый цикл. Вновь сон проходит стадии *3* и *4*, за которыми следует второй период парадоксального сна. В течение одной ночи может быть 4—*5* таких циклов. Глубокий медленный сон

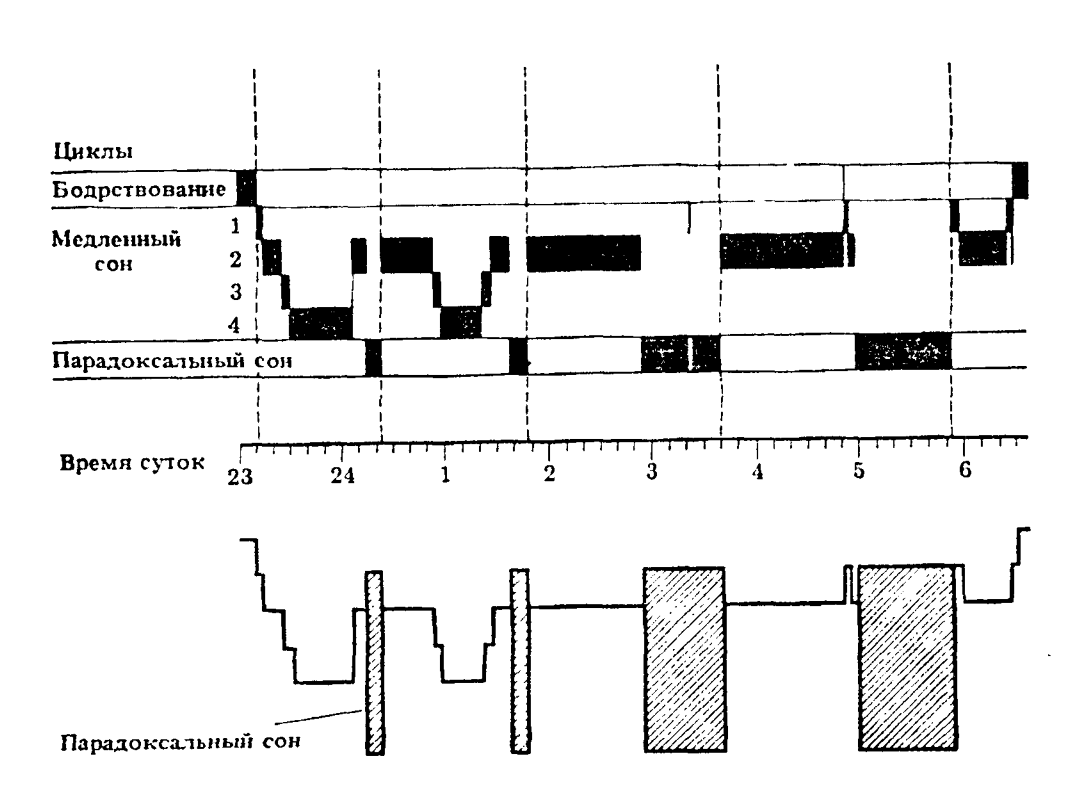



*Рис. 4.* Профиль ночного сна. Начало сна — в 11 часов 10 минут вечера, окончание — в 6 часов 30 минут утра. Снизу — «лесенка сна», аналогичная той, что представлена на рис. 3. Вверху — профиль сна в виде диаграммы, как это принято изображать. Четыре полных цикла «медленный — парадоксальный сон» отмечены вертикальным пунктиром. Глубокий медленный сон (стадии *3* и *4*) возникает только в первых двух циклах. Видно типичное увеличение длительности эпизодов парадоксального сна во вторую половину ночи

(стадии *3* и *4*) наиболее выражен в первых двух циклах; после этого он появляется только урывками или вообще отсутствует. Что же касается периодов парадоксального сна, то они, наоборот, удлиняются от цикла к циклу. Таким образом, эти два состояния — глубокий медленный сон и парадоксальный сон — в течение ночи изменяются в противоположных направлениях (см. комментарий 24).

Открытие парадоксального сна так поразило ученых, что эта стадия стала главным предметом изучения в большинстве работ. Другое же состояние (стадии *1—4*), которое стало известно гораздо раньше, получило название медленноволнового, или просто медленного, сна. Полный цикл сна состоит, таким образом, из последовательной смены периода медленного и парадоксального сна. Типичный такой цикл длится около 90 мин. Как мы увидим, это циклическое чередование стадий — важнейшая характеристика, которая относится ко сну не только человека, но и животных (рис. 4).

У некоторых во время глубокого медленного сна большие (высокоамплитудные) волны хорошо выражены, а у других рисунок ЭЭГ более плоский. Альфа-ритм у одних ярко выражен, у других — едва различим. Чтобы иметь возможность сопоставлять различные исследования независимо от индивидуальных особенностей испытуемых, группа американских ученых разработала набор стандартных критериев для идентификации стадий сна, который с тех пор стал общепринятым. Теперь определение *1—4* стадий медленного сна и стадии парадоксального сна производится в соответствии с этими критериями Рехтшаффена и Кейлса. Опытному исследователю требуется около часа для стадирования одной ночной записи по последовательным 30-секундным интервалам. Для этого приходится пролистать довольно толстую стопку бумаги, так как ЭЭГ-запись одной ночи занимает примерно 300 м ленты.

## Спектральный анализ ЭЭГ во время сна

В соответствии с вышеуказанными определениями мы разделяем сон на 5 стадий. Однако стадии *1—4* медленного сна переходят одна в другую без резких скачков, так что само разделение на стадии — довольно-таки произвольный процесс. Это особенно ярко видно, если провести спектраль-

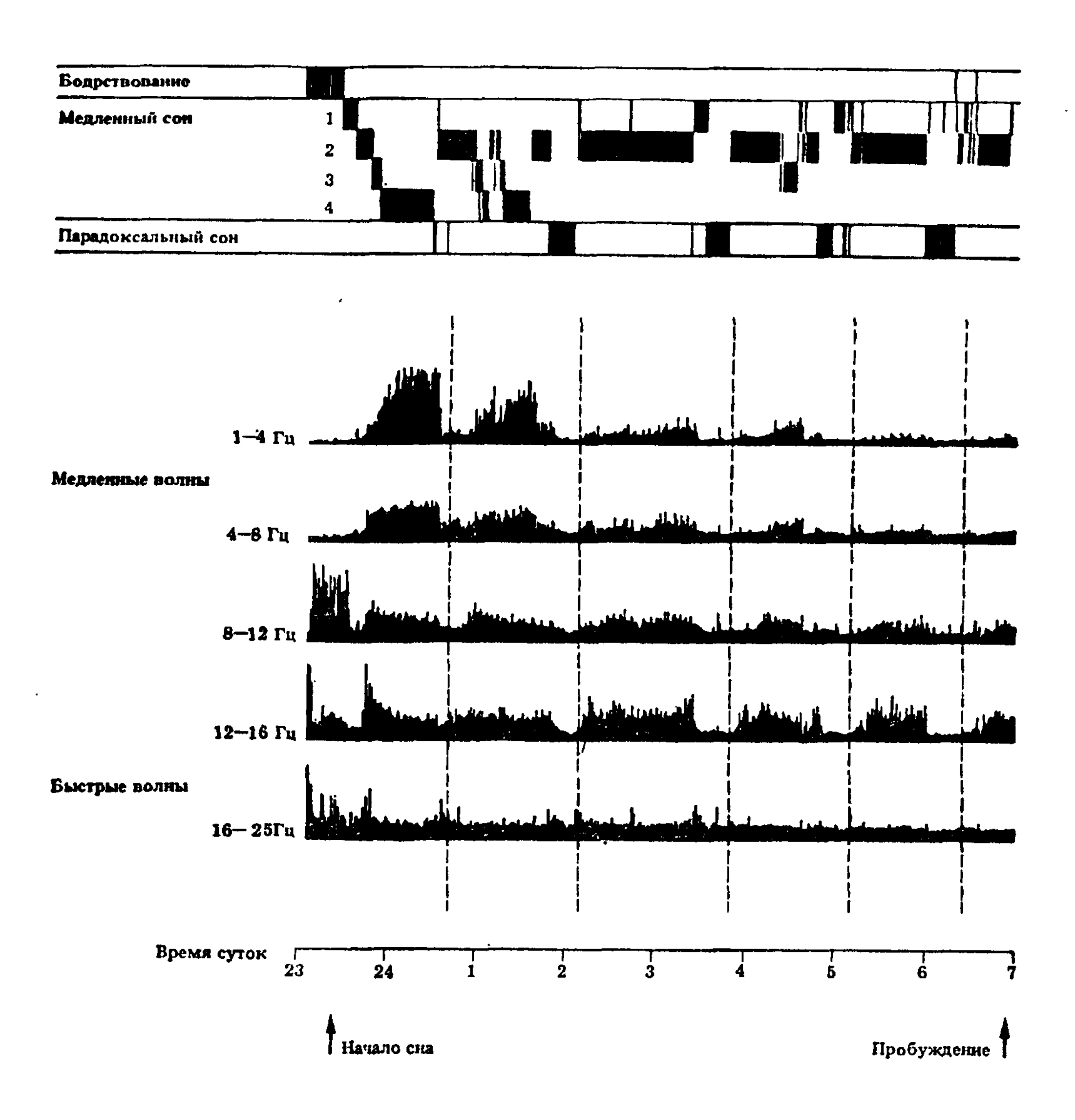



*Рис. 5.* Стадии сна и спектры ЭЭГ в течение ночи. Спектры ЭЭГ позволяют проводить ночные количественные изучения тех сдвигов, которые возникают в мозге во время сна. Верхняя часть диаграммы демонстрирует профиль сна, аналогичный тому, который представлен на рис. 4. Нижняя часть содержит рисунки спектров медленных (1—8 Гц), промежуточных (8—12 Гц) и быстрых (12—35 Гц) волн ЭЭГ. Пики указывают, что в данный момент процент волн данной частоты велик. Например, процент самых медленных волн нарастает по мере углубления медленного сна, достигая максимума в стадии *4*. Спектральный анализ показывает, что изменения во сне на самом деле не представляют собой резких скачков, как ступени лесенки, но происходят медленно и постепенно. Таким образом, условное разделение сна на стадии — только грубое приближение к реальности. (Гц — сокращенное от герц — количество колебаний в 1 с)

ный анализ ЭЭГ всей ночи; при этом оказывается, что изменения происходят внутри каждой отдельной стадии.

ЭЭГ представляет собой рисунок нерегулярных быстрых и медленных волн. Биологи применяют метод спектрального анализа для разделения сложного сигнала, такого, как ЭЭГ, на его частотные составляющие. Спектр показывает, какой процент всего сигнала занимают быстрые или медленные колебания. Таким образом, спектральный анализ ЭЭГ дает информацию о том, доминируют ли в данный момент медленные волны (низкие частоты) или быстрые волны (высокие частоты). Новый метод, разработанный в лаборатории экспериментального и клинического изучения сна Цюрихского университета, позволяет проводить с помощью ЭВМ спектральный анализ ЭЭГ по одноминутным периодам.

Если такие измерения проводить в течение всей ночи, то изменения ЭЭГ в связи со стадиями сна можно представить графически. Мы использовали установленную у нас в лаборатории ЭВМ, которая может вычислять спектр, анализируя примерно 500 000 точек ЭЭГ.

Как показано на рис. 5, начало сна сопровождается медленным ростом активности ЭЭГ в низкочастотном диапазоне (медленные волны); пики этой активности соответствуют периодам глубокого медленного сна (стадии *3* и *4*). Видно, что высота пиков по ходу ночи уменьшается. «Провалы» соответствуют периодам парадоксального сна. В частотном диапазоне 8—12 Гц, который представляет собой альфа-ритм спокойного бодрствования, максимум активности отмечается перед наступлением сна (Гц — герц, количество колебаний сигнала за одну секунду). Активность в области 12—16 Гц отчасти соответствует «сонным веретенам» (спорадическим быстрым волнам), характерным для стадии *2*. В этом частотном диапазоне отмечается высокий уровень в медленном сне и низкий — в парадоксальном сне. В верхнем диапазоне частот 16—25 Гц незаметно почти никаких изменений, связанных со стадиями сна.

Резюмируя все сказанное, можно сделать вывод, что спектральные сдвиги в большей мере соответствуют профилю сна, основанному на идентификации его стадий по Рехтшаффену и Кейлсу, даже несмотря на то что спектральный анализ не включает в себя информацию от ЭОГ и ЭМГ. Следовательно, ЭЭГ — наилучший показатель изменений, происходящих в мозге во время сна. Остается

тем не менее не вполне ясным, какие именно явления, происходящие в мозге, лежат в основе наблюдаемых рисунков ЭЭГ. В настоящее время предполагается, что ЭЭГ непосредственно отражает колебания электрических потенциалов в коре мозга, которые возникают в местах, где нервные клетки контактируют между собой (синапсах). Так как многие нервные клетки и нервные волокна (аксоны) располагаются параллельно, то тысячи отдельных электрических потенциалов суммируются и регистрируются со скальпа в виде мозговых волн.

## Функции организма во сне

До сих пор мы ограничивались рассмотрением ЭЭГ, потому что этот сигнал в наиболее явном виде отражает те изменения, которые происходят во время сна. Однако мы упоминали и о колебаниях мышечного напряжения (тонуса), и о движении глаз. Что же происходит с другими функциями организма?

Когда мы засыпаем, то многие процессы в организме как бы приостанавливаются. Температура тела снижается на несколько десятых долей градуса. Частота дыхания и пульс замедляются, кровяное давление падает. Измерения «гормона стресса» — кортизола, который выделяется корковым слоем надпочечниковых желез, показывает его более низкий уровень во сне по сравнению с предшествующим периодом бодрствования. Что касается гормона роста, то он, наоборот, достигает исключительно высокого уровня в первой стадии глубокого медленного сна. Вероятно, эти гормональные сдвиги в начале сна активируют анаболические процессы обмена веществ.

В отличие от медленного сна парадоксальный сон сопровождается повышением активности различных систем организма. Как только возникает парадоксальный сон, дыхание сразу становится нерегулярным, колеблются также пульс и кровяное давление. Другой характерный признак этой стадии сна у мужчин — эрекция пениса. Хотя это явление было описано еще в 1940 г., оно не изучалось систематически до тех пор, пока не был открыт парадоксальный сон. Прибор для измерения объема пениса (фаллоса) позволяет регистрировать фаллограмму одновременно с ЭЭГ. Эрекции во сне возникают не только у взрослых, но также и у детей и даже младенцев. В настоящее время

фаллография применяется в клинической медицине для диагностических целей: она позволяет определить, имеет ли импотенция органическую причину (например, повреждение нервов) или же психологическую. Последний тип импотенции не предотвращает появления эрекции во сне. Незадолго до пробуждения возникают предвестники окончания сна: температура тела и уровень кортизола начинают расти, спящий чаще меняет позу. Возникает впечатление, что уже во время финальной части сна начинается подготовка к последующему периоду бодрствования.

# Глава третья

# Сон — тема с вариациями

> Лаузиус — древний поэт — рекомендует пять часов сна для молодого и старого, шесть — для купца, семь — для аристократов, а для лентяев и полных бездельников восемь часов.
>
> *Генрих НЮДОВ*

## Сон в различные периоды жизни

В первые несколько дней после рождения младенец проводит во сне две трети времени. Он просыпается с интервалами 2—6 ч, сосет молоко и вновь засыпает. Сон распределен почти равномерно в течение суток. К счастью, этот период, когда родителям приходится ночью то и дело вскакивать на крик ребенка, длится не слишком долго. Трехмесячный ребенок уже может бодрствовать в одиночестве, если проснется ночью; в возрасте шести месяцев он еще спит около 12 ч в сутки, но уже может бодрствовать несколько часов подряд.

Длительность дневного сна снижается в первые годы жизни ребенка. Большинство дошкольников еще спят днем, но с наступлением школьного возраста они уже бодрствуют целый день. Так называемый полифазический (многоразовый) характер сна новорожденного сменяется монофазическим (одноразовым) сном взрослого.

Как выглядят различные стадии сна у младенца? В первые месяцы жизни сон состоит наполовину из медленной, наполовину из парадоксальной фаз. Парадоксальный сон младенцев во многих отношениях напоминает сон взрослых. Отмечаются спорадические быстрые движения глаз; напряжение мышц тела сильно уменьшается; частота дыхания и пульс нерегулярны. Однако ЭЭГ младенцев в парадоксальном сне еще меньше отличается от ЭЭГ бодрствования, чем у взрослых. Кроме того, ребенок в парадоксальном сне гораздо более беспокоен, чем взрослый. У него постоянно дергаются руки и ноги, а также мышцы лица. В частности, недоношенные младенцы настолько активны, что трудно определить, находятся ли они в состоянии парадоксального сна или бодрствования. Ученые гово-

рят об «активированном сне» на ранней стадии развития по контрасту со «спокойным сном» без движений глаз и тела, который соответствует медленному сну взрослых. Чередование стадий сна также нарушено: новорожденные часто переходят в парадоксальный сон прямо из бодрствования, что крайне редко встречается у взрослых. Только к двух-трехмесячному возрасту формируется нормальная последовательность «бодрствование — медленный сон — парадоксальный сон», который сохраняется на всю оставшуюся жизнь. Процент парадоксального сна быстро снижается в первые несколько месяцев жизни ребенка. У двух-трехлетнего ребенка парадоксальный сон составляет лишь 25% всего сна, почти как у взрослого.

Но что происходит с глубоким медленным сном? У новорожденного рисунок ЭЭГ во время медленного сна еще представляет собой смесь медленных и быстрых волн, но уже через несколько месяцев преобладают сплошные медленные волны. В возрасте трех месяцев ребенок проводит первые несколько ночных часов в состоянии глубокого медленного сна, что соответствует распределению стадий сна у взрослых.

Наконец, необходимо описать, что происходит с циклом «медленный сон — парадоксальный сон». Этот цикл может наблюдаться уже в раннем возрасте, но тогда он короче: у годовалых младенцев — 45—50 мин, а к 5—10 годам возрастет до 60—70 мин. У детей старшего возраста постепенно формируется 90-минутный цикл, типичный для взрослых. Таким образом, можно заключить, что некоторые существенные особенности сна взрослых присутствуют уже в раннем возрасте. По мере того как дети взрослеют, они все меньше нуждаются в дневном сне, да и общее количество суточного сна у них снижается. Процент парадоксального сна падает от 50% до менее чем 25%.

О сне молодых людей и людей среднего возраста мы будем говорить в последующих главах; здесь необходимо лишь отметить, что вышеописанный монофазический характер сна не является биологической закономерностью, а представляет собой, скорее, следствие культурных традиций (рис. 6). Например, в Северной и Центральной Европе и Северной Америке люди обычно работают днем, а спать после обеда не принято, в то время как в странах Средиземноморья, в Центральной и Южной Америке существует обычай — сиеста, которая позволяет жителям южных стран проводить во сне самый жаркий период суток. После

этого отдыха они вновь возвращаются к работе в более прохладные вечерние и ночные часы. Греческий исследователь сна Константин Сольдатос из Афин недавно проводил специальное исследование, и 42% опрошенных заявили, что практикуют сиесту по крайней мере 3 раза в неделю и при этом спят более часа. Сольдатос пришел к выводу, что ранее широкораспространенный обычай исчезает в Греции: все большее число людей обходятся без послеполуденного отдыха, будь то по собственному желанию или вопреки ему.

Таким образом, климатические условия заставляют взрослых сохранять бифазический (двухразовый) характер сна, как у дошкольников. Интересно отметить, что в Китае и в наши дни обычай сиеста (называемая сиу-си) широко распространен. Во время обеденного перерыва рабочие и служащие, поев, обычно отдыхают лежа. Китайский специалист по сну Шийи Лю из Шанхайской академии наук, делясь своими впечатлениями от пребывания в Европе, сказал мне: «Люди на Западе слишком мало спят. В Западной Германии студенты ходят на дискотеку по нескольку раз в неделю и каждый раз возвращаются под утро. Куда это годится?»

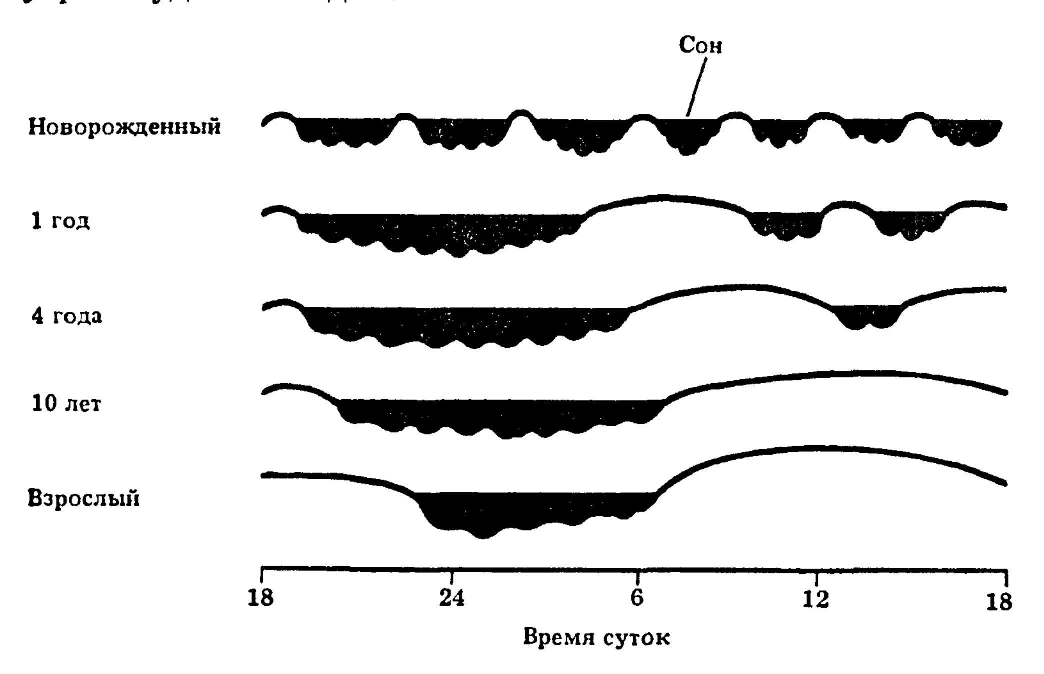



*Рис. 6.* По мере развития ребенка его сон постепенно приурочивается к ночи. Полифазический (многоразовый) сон младенца вначале сменяется бифазическим (двухразовым) сном у дошкольников, а затем монофазическим (одноразовым). В пожилом возрасте вновь чаще возникают периоды дневного сна

Пожилые же люди стараются чаще поспать днем и в нашей части света. Профессор клинической психологии Цюрихского университета Инге Штраух, занимаясь исследованиями сна, опросила людей в возрасте от 65 до 83 лет и нашла, что 60% из них часто или даже ежедневно спят днем. Если человек больше спит днем, то он соответственно меньше спит ночью. Уменьшается ли у пожилых общее время сна, остается неясным. Старики часто «клюют носом» днем и просыпаются ночью; такой полифазический сон несколько напоминает сон младенцев.

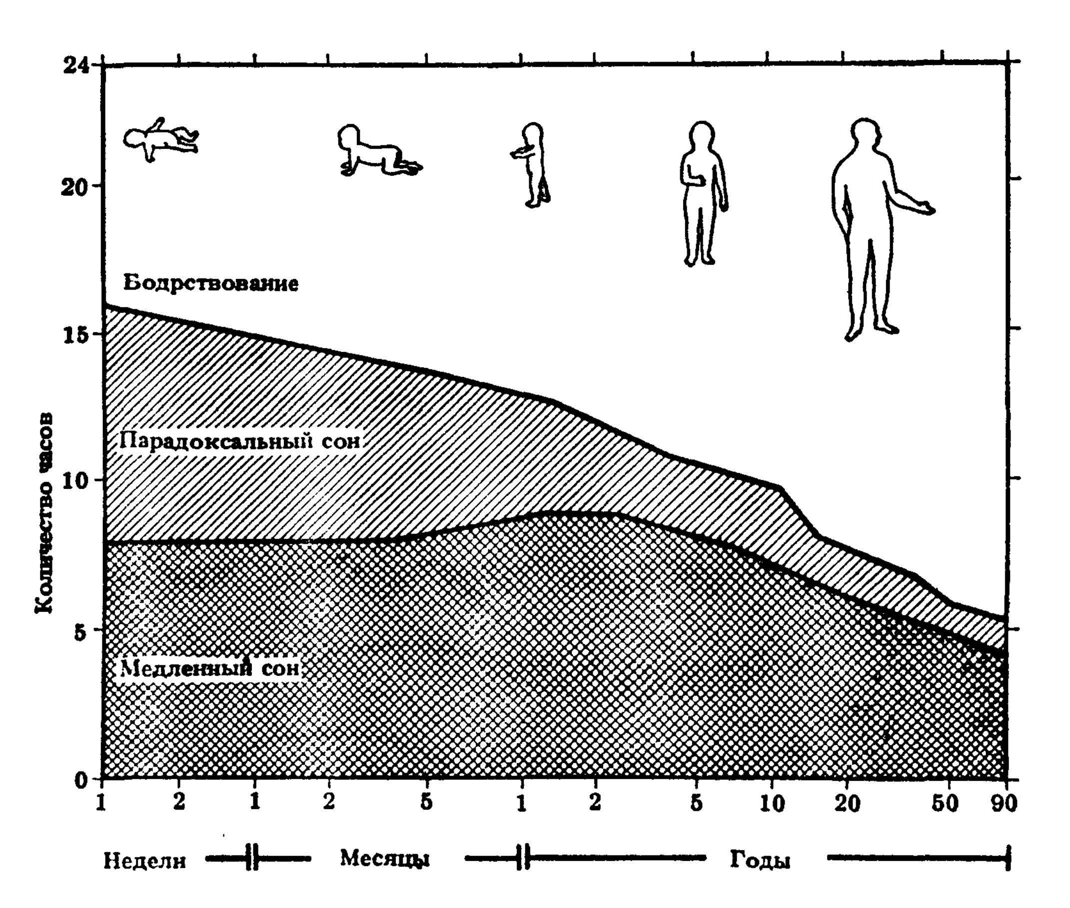



*Рис. 7.* Разделение стадий сна зависит от возраста. Половину сна новорожденного составляет парадоксальный сон. В течение первого года жизни продолжительность парадоксального сна резко снижается, в то время как длительность медленного сна почти не меняется. У взрослых процент парадоксального сна от общего его количества составляет только 20—25%. Так как эта диаграмма построена на основе данных, полученных в лаборатории, то общее количество сна у взрослых, показанное на ней, меньше по сравнению с результатами, полученными при массовых опросах населения. Не очень ясно показано также, что общая продолжительность сна в самой старшей возрастной группе меньше, чем у молодых. Обратите внимание, что таблица составлена в логарифмической шкале, т. е. время в годах постепенно сжимается

Изменения цикла «сон — бодрствование» сопровождаются также изменениями стадий сна и рисунков ЭЭГ. Пожилые проводят меньше времени в глубоком медленном сне, и медленные волны, характерные для этой стадии (дельта-волны), менее выражены. С другой стороны, процент парадоксального сна остается довольно стабильным даже в старшей возрастной группе (рис. 7).

У престарелых возникают трудности с засыпанием: они подолгу лежат в постели, не в силах заснуть; часто встают,

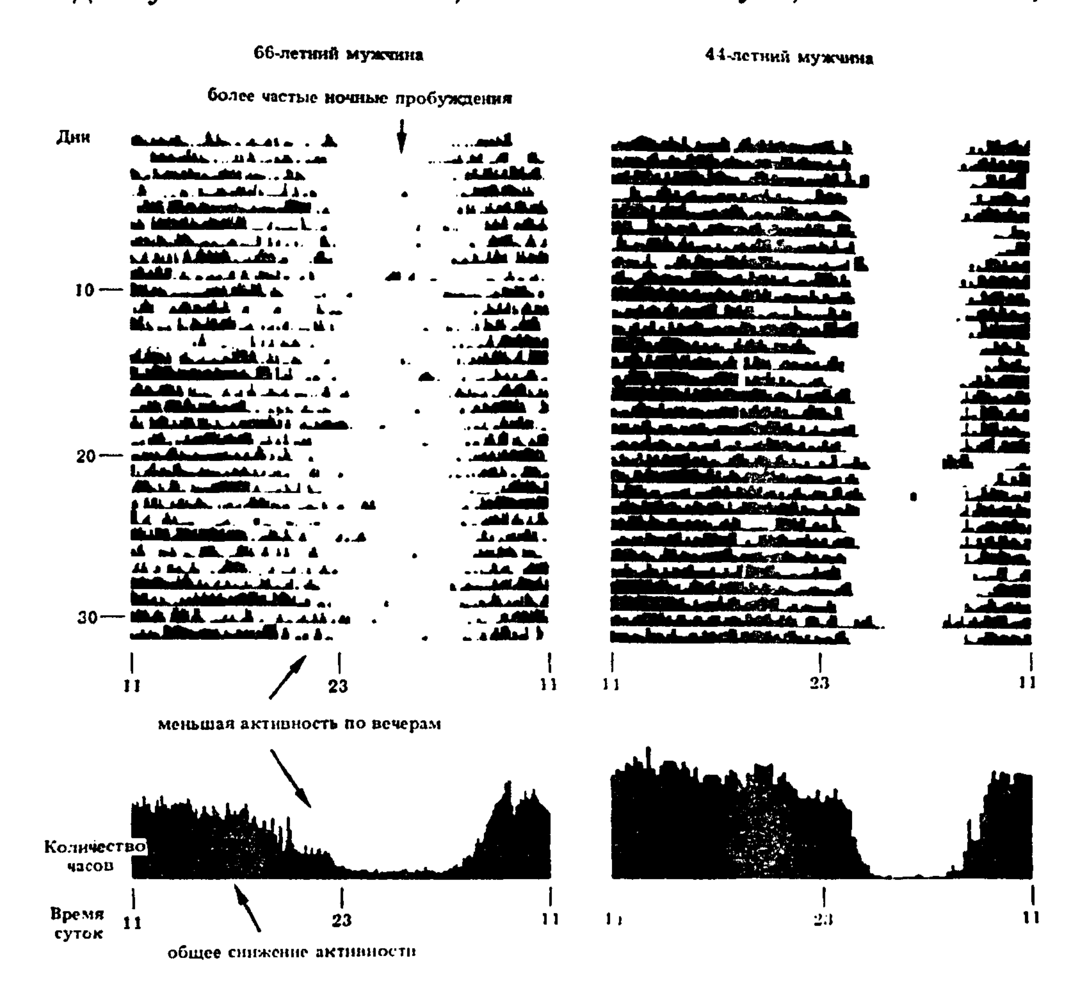



*Рис. 8.* Пожилые чаще просыпаются ночью. Циклы «покоя-активности» у 66-летнего и 44-летнего работающих мужчин регистрировались постоянно в течение 1 месяца. Каждая горизонтальная линия — одни сутки. Пики в дневное время соответствуют высокому уровню физической активности, пустые интервалы между ними — периодам отдыха. У более молодого мужчины (справа) ясно видны дневные периоды высокой активности и продолжительные периоды покоя ночью. У пожилого (левая часть) видны более короткие периоды дневной активности, которая явно снижается в вечерние часы. Его ночные часы, наоборот, чаще прерываются движениями, возникающими из-за ночных пробуждений. Усредненная суммарная активность показана внизу

чтобы сходить в туалет, и слишком рано просыпаются. Не в пример некоторым молодым они утром легко пробуждаются и чувствуют себя отдохнувшими. Однако тот факт, что многие старики рано встают и не испытывают при этом никаких трудностей, вовсе не означает, что они довольны своим сном. Наоборот, жалобы на плохой сон резко возрастают в пожилом возрасте, как уже отмечалось выше, что находит свое отражение в высоком уровне потребления снотворных средств людьми этой возрастной группы. Но можно ли сон с частыми перерывами, который субъективно воспринимается как неудовлетворительный, рассматривать как нормальный элемент процесса старения или, скорее, как результат заболевания и патологических изменений в организме — на этот вопрос в настоящее время ответить трудно (рис. 8).

## Ранние птички и ночные совы

«Кто рано встает — того удача ждет»,— говорит пословица. Рано ложиться и рано вставать, чтобы с утра приняться за работу,— всегда считалось похвальным признаком и примерным образом жизни. «Кто рано ложится и рано встает, тот будет сильным, здоровым и благоразумным»,— говорит другая поговорка. У Шекспира няня Джульетты бранит ее: «А ну-ка вставай лежебока!», обнаружив, что ее госпожа еще спит. По отношению к молодежи правило рано ложиться всегда рассматривается не только как нравственное, но и как здоровое. Профессор Теодор Штекманн, основатель немецкой школы в начале века, внушал своим подопечным так называемое правило здорового сна. Он верил, что сон до полуночи обладает вдвое большей восстановительной силой, чем сон, возникший после этого магического часа, и утверждал, что можно довольствоваться всего лишь 4—5 ч ночного сна, если ложиться в 7 часов вечера. Штекманн и его последователи описали многие попытки проверить это их предположение, однако серьезные научные исследования в поддержку этой гипотезы отсутствуют и в настоящее время. Эта точка зрения, с которой иногда случается сталкиваться и поныне, т. е. что сон до полуночи особенно важен для здоровья, не получила сколько-нибудь определенной поддержки в опытах. Тем не менее время суток, когда человек ложится спать, отнюдь не безразлично для него. Мы еще вернемся к этому вопросу при обсуждении биологических ритмов.

Последователь Штекманна Георг Альфред Тьенес пишет: «Утро — наилучшее и самое удобное время для работы, потому что мы чувствуем себя как бы обновленными, гибкими и энергичными, более чувствительными к внешним стимулам; короче говоря, мы как бы молодеем с утра». Но возможно, что читатель принадлежит как раз к той категории людей, которая вовсе не рвется петь дифирамбы по поводу раннего пробуждения. Кто с трудом утром поднимается и с трудом при этом сохраняет хорошее настроение, того часто обвиняют в том, что «он встал не с той ноги». После подъема они остаются в полусонном состоянии, они вялые и кислые, утром у них нет аппетита и потому на завтрак они едят очень мало или вовсе не завтракают. Все утро они чувствуют себя не в своей тарелке, разговаривают с окружающими раздраженным тоном. Около полудня их физическое состояние и настроение начинают постепенно улучшаться, они ощущают прилив сил и бодрости. Люди такого типа наивысшую работоспособность проявляют вечером и сохраняют бодрость и активность допоздна.

Специалисты по сну называют такой тип людей «вечерним». Он резко отличается от выраженного «утреннего» типа, который и соответствует как раз доктринам Штекманна и Тьенеса. Люди «утреннего» типа просыпаются сами и встают без труда, чувствуют себя отдохнувшими и свежими, их трудоспособность максимальна в утренние часы. К вечеру запас энергии у них иссякает, нарастает утомление, и если обстоятельства позволяют, они рано ложатся спать.

Английский специалист по сну Джим Хорн и его шведский коллега Олоф Эстберг разработали специальный вопросник для разделения людей на «утренний» и «вечерний» типы. Они выделили всего пять категорий людей: «явно утренний и вечерний» типы, «умеренно выраженный утренний и вечерний» типы и «нейтральный» тип. Среди той группы населения, которую они изучали, типичный представитель «явно утреннего» типа ложился спать в среднем на 1,5 ч, а вставал — на 2 ч раньше, чем «явно вечерний» тип.

Были также обнаружены различия в динамике температуры тела в течение суток: вечерний температурный пик у людей «утреннего» типа возникал на час с лишним раньше, чем у людей «вечернего» типа. Американские исследователи сна Уилс Уэбб и Майкл Боннет пришли к тем же выводам;

кроме того, они показали, что люди «утреннего» типа имеют количественно более стабильный сон, т. е. что они спят одно и то же количество часов каждую ночь и что они в большей степени удовлетворены субъективным качеством своего сна по сравнению с людьми «вечернего» типа.

До недавних пор серьезного научного изучения этого вопроса не проводилось, а имеющиеся результаты не давали ясной картины. Однако характеристики «утреннего» и «вечернего» типов и их распределение среди населения являются важной темой научного анализа. Такой анализ особенно важен по отношению к людям ярко выраженного «вечернего» типа, которые в нашем обществе часто испытывают грубое давление и недостаточное понимание. Их ритм жизни вовсе не признак разболтанности, а представляет собой просто крайний участок на кривой статистического распределения характеристик сна всего населения.

Вопрос же, почему вообще существуют эти различия между людьми «утреннего» и «вечернего» типов, остается пока без ответа. Мы все еще не знаем, насколько большую роль тут может играть наследственная конституционная предрасположенность или же главным фактором являются привычки, приобретенные в жизни. Имеются, однако, некоторые указания на то, что врожденные факторы, пожалуй, важнее.

## Короткоспящие и долгоспящие

Наполеон очень мало спал. Он ложился между 10 и 12 часами вечера и спал до 2 ночи. Затем вставал, работал до 5 утра, вновь ложился и спал до 7 утра. Хорошо известно его высказывание о том, что только дураки или инвалиды нуждаются в большем количестве сна. Другими известными короткоспящими, которым требовалось не более 4—6 ч ночного сна, были Черчилль и Эдисон. Британский государственный деятель обычно работал до 3—4 часов ночи, а в 8 утра был уже снова на ногах, хотя в то же время никогда не отказывал себе в двух часах сиесты — дневного сна. С другой стороны, существуют примеры долгоспящих гениев, среди них Альберт Эйнштейн. Каждую ночь он проводил в постели часов десять и говорил, что именно во сне открыл некоторые важнейшие элементы теории относительности.

Короткоспящие субъекты особенно интересны для изучения, поскольку у них восстановительные процессы, кото-

рые, как предполагают, проявляются во сне (хотя и не известно, что они собою представляют), ограничены относительно коротким периодом времени. Рассказывают, как проводил сиесты испанский художник Сальвадор Дали. Он сидел в кресле, на полу возле него лежал металлический поднос, а между большим и указательным пальцами он зажимал ложку. Он имел возможность откинуться в кресле и расслабиться, но как только наступала дремота, ложка падала на поднос и будила его. Это состояние, промежуточное между бодрствованием и сном, так освежало его, что Дали возвращался к своей работе отдохнувшим и полным энергии: истинно сюрреалистический послеобеденный отдых!

Сообщения о необычно коротком сне или о полном отсутствии сна у некоторых людей требуют тщательной проверки. Шотландский специалист по сну и психиатр Йэн Освальд недавно рассказал о человеке, который, по его собственным словам, не спал совсем вот уже 10 лет. У этого человека потребность во сне исчезла вовсе после того, как он попал в автомобильную катастрофу. В ходе изучения этого человека в лаборатории по сну, где он провел вместе с женой несколько суток, он действительно проспал всего 20 мин. Но на четвертые сутки он был уже таким сонным, что с трудом открывал глаза. В 6 часов утра он наконец не выдержал, заснул и громко храпел до тех пор, пока жена не разбудила его через 2,5 ч. Даже после этого он еще пытался вновь заснуть. Это был типичный случай короткоспящего субъекта, который решил «спекульнуть» на этой своей способности за счет страховой компании и успешно симулировал полную бессонницу в течение целого года.

Кроме таких случаев мнимой бессонницы, существуют и действительные случаи очень короткого сна. Генри Джонс и Йэн Освальд изучали двух здоровых австралийцев, тридцати и пятидесяти четырех лет, которые заявили, что спят только по 3 ч каждую ночь. Оба они работали полный рабочий день и вели активный образ жизни. Шесть-семь ночей, которые они провели в лаборатории по изучению сна, подтвердили, что каждый из них спал менее 3 ч за ночь. Более половины этого времени занимал глубокий медленный сон (стадии *3* и *4*), а парадоксальный сон, который возникал вскоре после засыпания, занимал около четверти всего сна.

О еще более выраженном случае короткого сна сообщил

английский исследователь Рэй Меддис с коллегами. Одна пенсионерка, бывшая медсестра, семидесяти одного года, сообщила, что она обходится всего лишь одним часом ночного сна. Она не чувствует никакого утомления и всю ночь пишет и рисует. В лаборатории ее обследовали в два этапа, по 3 и 5 ночей; наблюдения продолжались и днем, чтобы была уверенность в том, что она не отсыпается в это время. И в этом случае были обнаружены исключительно короткие периоды сна, причем вновь глубокий медленный сон занимал почти половину всего сна, что весьма необычно для людей такого возраста. Процент парадоксального сна был, наоборот, ниже, чем обычно бывает в такой возрастной группе. В сообщении подчеркивается, что обследуемая находилась в превосходном состоянии и никаких признаков лишения сна не наблюдалось.

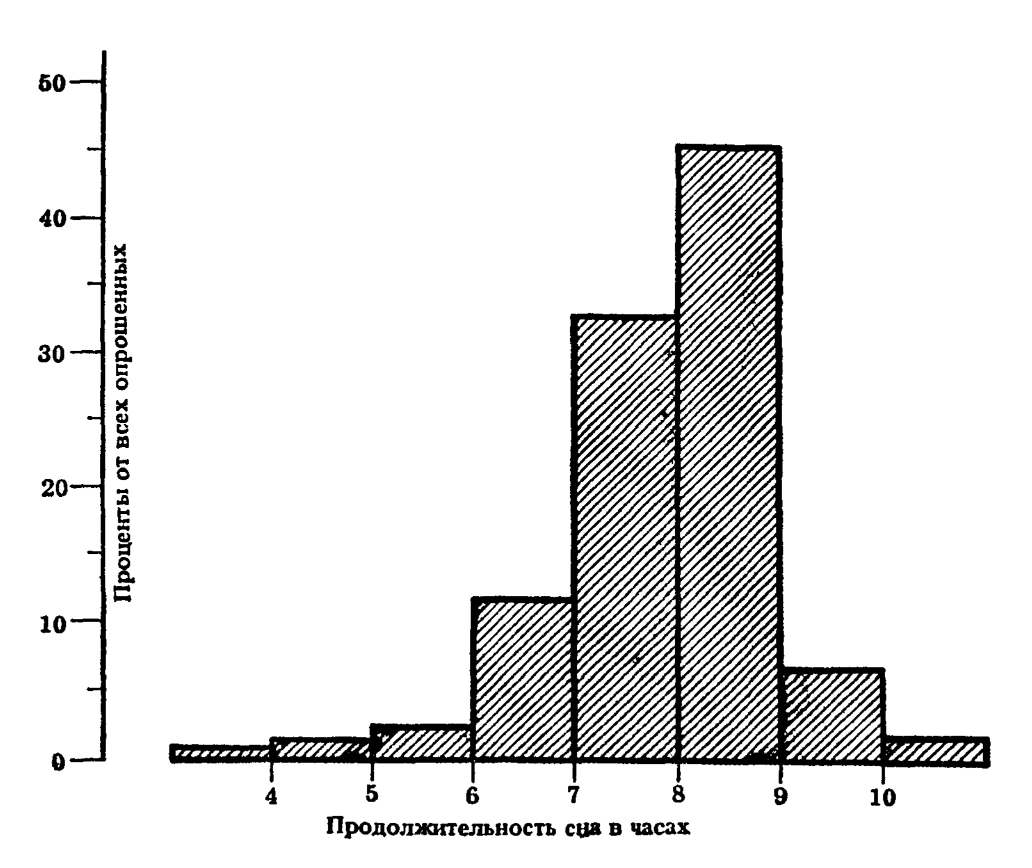



*Рис. 9.* Сколько же люди спят? Большинство людей спит ночью от 7 до 9 ч. На рисунке приведены результаты опроса около 1 млн. человек. Чаще всего встречаются люди, спящие 8—9 ч, на втором месте по численности группа спящих 7—8 ч. Лишь ничтожный процент среди населения составляют те, кто спит меньше 4 или больше 10 ч

До сих пор мы рассматривали редчайшие случаи исключительно короткого сна. Но насколько вообще распространен укороченный сон среди населения в целом? На рис. 9 представлено статистическое распределение времени сна. График построен на основе опроса более 800 тыс. американцев старше тридцати лет. Важно иметь в виду, что материал основан только на субъективных оценках и не проверен объективными исследованиями. Только один из тысячи опрошенных заявил, что он спит менее 4 ч, а четверо из тысячи заявили, что спят 4—5 ч. По другую сторону шкалы находятся те 16 человек из тысячи, которые заявили, что спят более 10 ч. Пик же кривой распределения лежит между 8 и 9 ч — такой ответ дали 42% опрошенных. Приблизительно одна треть опрошенных заявила, что спит 7—8 ч. Недавний опрос 800 человек, проведенный во Франции, также выявил, что наиболее частый ответ — это 8—8,5 ч. При этом различия в длительности сна свойственны не только взрослым. В детской больнице при Цюрихском университете проведено изучение сна у пятилетних детей, которое выявило, что продолжительность сна варьирует от 8 до 15 часов. Как могут возникнуть столь значительные различия? Группа исследователей из Финляндии решила проверить гипотезу, что они возникают под влиянием врожденных различий потребности во сне. Они обследовали более 2 тыс. идентичных близнецов с одинаковым генотипом и 4 тыс. неидентичных близнецов с различным генотипом. Результаты показали, что наследственные факторы статистически значимо влияют на продолжительность сна и даже на субъективную оценку качества сна. Однояйцовые близнецы давали одинаковую оценку, даже когда они жили далеко друг от друга.

То, что было здесь сказано о продолжительности сна, основано на усредненных данных. Колебания, возникающие у одного и того же индивидуума, игнорировались. Однако каждый хорошо знает из собственного жизненного опыта, что мы не всегда спим одно и то же количество часов в течение ночи. Окружающая обстановка играет свою роль, позволяя нам иметь большее количество сна в определенных обстоятельствах (в выходные дни, во время отпуска и т. д.) и очень малое его количество в других ситуациях (например, при подготовке к экзаменам или при уходе за больным). Однако и внутренние факторы также важны. Сильно влияют на сон изменения настроения: часто приходится слышать, что когда самочувствие хорошее и настроение бодрое,

то и спишь меньше, чем в периоды, когда чем-то подавлен или расстроен. Короче говоря, каждый из нас, очевидно, является потенциально коротко- или долгоспящим.

Давайте вернемся теперь к профилю сна коротко- и долгоспящих. Французский физиолог и эксперт в области сна Одиль Бенуа провела специальное исследование в этом направлении. Она обнаружила удивительный факт: хотя долгоспящие спят больше, но глубокого медленного сна у них меньше, чем у короткоспящих. С другой стороны, именно долгоспящие реагировали на период лишения сна удлинением глубокого медленного сна в первом ночном цикле сна. Эти наблюдения можно объяснить тем, что у долгоспящих глубокие стадии медленного сна возникают лишь в первые ночные часы. По мере продолжения сна он переходит в более «разбавленную» форму в виде стадии 2. Короткоспящие же, напротив, способны проводить более длительное время в глубоком медленном сне, у них сон более «насыщен».

### Здоровье и длительность сна

В заключение нашего разговора о коротком и долгом сне расскажем теперь о поразительном исследовании связи между длительностью сна и здоровьем, исследовании, которое породило больше вопросов, чем ответов. Хотя с давних времен принималось как нечто само собой разумеющееся, что сон обладает способностью восстанавливать силы и здоровье, это предположение никогда не подвергалось научной проверке. Лишь недавно американский психиатр Дэн Крипке с сотрудниками опубликовал некоторые данные по этому вопросу. Эти данные основаны на обследовании более 1 млн. людей в возрасте старше 30 лет, выполненном в 1958—1960 гг. американским обществом онкологов. Это обследование не было связано со сном, однако включало такие вопросы, как субъективная оценка длины сна, использование снотворных и возможные нарушения сна. Шесть лет спустя было проведено повторное обследование, которое должно было выяснить, сколько из опрошенных умерло за прошедшие годы и от каких причин. Была выявлена неожиданная связь между длительностью сна и уровнем смертности (рис. 10). Уровень смертности оказался минимален среди тех людей, кто спал 7—8 ч за ночь; он резко возрастал среди тех, кто спал как меньше, так и больше. Уровень смертности — это отношение действительного

числа умерших к статистическому ожиданию числа умерших в популяции в целом. Результаты показаны по отношению к категории людей с наименьшим уровнем смертности (т. е. тех, кто спит 7—8 ч.) Уровень смертности в 1,5—2 раза выше у очень долгоспящих (более 10 ч); он почти в 2,5 раза выше у очень короткоспящих (менее 4 ч) по сравнению с теми, кто спит 7—8 ч. Теперь читатель, вероятно, захочет узнать, по каким причинам умерли представители групп с наивысшим уровнем смертности. Ответ будет неожиданным: от всевозможных. И коротко-, и долгоспящие умирают чаще всего от сердечных приступов, рака

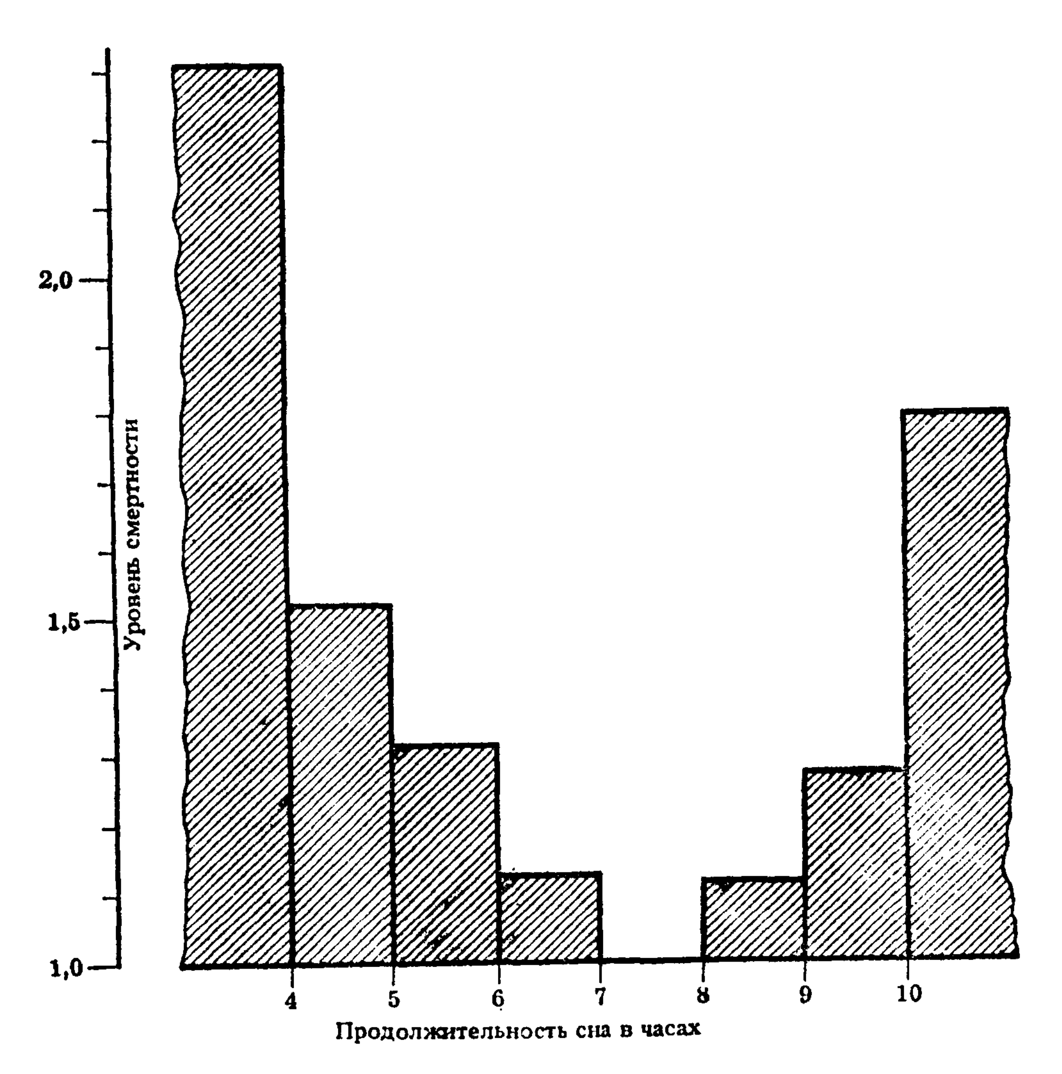



*Рис. 10.* Сон и уровень смертности. Наименьший уровень смертности у тех лиц, которые спят ночью по 7—8 ч. В группах с повышенной или пониженной представленностью ночного сна уровень смертности резко возрастает

и самоубийств. Кстати, необходимо упомянуть, что смертность среди тех, кто часто употребляет снотворные, в 2 раза выше, чем у тех, кто никогда к ним не прибегает.

Как можно истолковать эти данные? Как было показано в другом исследовании, те, кто спит меньше 7 или больше 8 ч, ведут, несомненно, менее здоровый образ жизни (который оценивается по таким показателям, как курение, потребление алкоголя, избыточный вес, недостаточная физическая активность) по сравнению с теми согражданами, которые используют 7—8 ч ночного отдыха. Нельзя, однако, исключить, что внешние факторы (такие, как стресс или работа в ночную смену) или внутренние причины (ранние стадии каких-то заболеваний) влияют на сон, приводя к повышению смертности. Таким образом, не обязательно должна быть причинная связь между продолжительностью сна и уровнем смертности. Тем не менее не вполне ясно, почему эти внешние и внутренние причины ведут к противоположным эффектам, а именно как к укорочению, так и к удлинению сна. По-видимому, сон оказывает восстановительный эффект как на физическое, так и на психическое здоровье, истинная природа которого еще неизвестна; результаты показывают, что как слишком мало, так и слишком много сна — плохо для здоровья[1].

---

[1] Здесь и далее последовательные цифровые обозначения указывают ссылки на комментарии, приведенные в конце книги.

## *Глава четвертая*

# Сновидения

> Если бы некто смог погрузиться в райскую страну сновидений, и получил там цветок в залог того, что его душа и вправду побывала там, и обнаружил этот цветок в своей руке пробудившись. О! Что тогда было бы?
>
> *Сэмуэль Тэйлор* ***КОЛРИДЖ***

Сновидения поражают и волнуют людей с вековечных времен. Когда ученые открыли парадоксальный сон и обнаружили, что именно с ним связано переживание сновидений, открылась новая эра в их изучении. Но ученые обычно применяют четкие, простые методы для объяснения получаемых результатов, а при изучении сновидений это может вести и к чрезмерному упрощенчеству, и такой опасности не всегда удается избежать. Следующую главу мы начнем с описания общих характеристик сновидений и затем перейдем к рассмотрению некоторых вопросов, касающихся их природы и значения. Я попытался не ограничиваться обсуждением только результатов экспериментальных исследований, но подойти к данному предмету в более широком контексте.

## «Обычные» сновидения

Когда мы говорим о сновидениях, мы прежде всего имеем в виду присутствие в них необычных и фантастических картин. Мы встречаем в сновидениях людей, которые давно умерли. Мы попадаем в дальние страны. Мы разговариваем с животными и становимся обладателями разных чудесных способностей, совершенно невозможных в нормальном бодрствовании. Если бы кто-нибудь рассказал о подобных переживаниях в состоянии бодрствования, мы усомнились бы в его вменяемости.

Давайте начнем с более точного описания важнейших характеристик сновидения. Во время сновидения субъект обычно ощущает себя как бы находящимся в быстро меняющейся обстановке, хотя иногда могут быть и более плавные изменения. Появляются события и люди из про-

шлого. Очевидные пространственно-временные закономерности отсутствуют.

Другая важная черта сновидений — это способность удерживать внимание. Оно захватывается определенными событиями или объектами, от которых невозможно освободиться; мы не можем заставить наше мышление переключиться на что-то другое. Американский исследователь сна Аллен Рехтшаффен сделал парадоксальное, но верное наблюдение, что в сновидениях отсутствуют элементы воображения. Когда мы видим сны, сознание не блуждает, как в бодрствовании. Сновиденческая продукция заполняет весь сон, и нет места прочим мечтаниям. Такая «однонаправленность» сновидений и является причиной того особого ощущения, что сновидения происходят в их собственном, полностью замкнутом мире. Хотя в сновидении могут появляться и другие персонажи, однако возникает ощущение полного одиночества и нет возможности поделиться чувствами с кем-то другим. Мы чувствуем себя полностью зажатыми нашими собственными ощущениями, не в силах ни реагировать, ни оценивать их. В результате даже самые невероятные события в сновидениях воспринимаются без всякого удивления и никогда не возникает возмущения или протеста: «Но ведь это невозможно!»

Следующий отчет о сновидении, взятый из древнего китайского текста, является поразительной иллюстрацией парадоксальной замкнутости мира сновидений:

«Однажды я, Хун Цзу, видел сон, будто я мотылек и порхаю везде где хочу. Как мотылек я следовал всем своим прихотям и не чувствовал, что я человек. Внезапно я проснулся и не мог понять, то ли я человек, которому снится, что он стал мотыльком, то ли я мотылек, которому снится, что он стал человеком».

Вообще говоря, мир сновидений исчезает с пробуждением, оставляя обычно лишь смутное воспоминание. Часто по утрам еще помнится, что снился сон, но уже невозможно вспомнить, о чем он был. Если иметь в виду, что 1—2 ч каждую ночь проходят в парадоксальном сне, когда часто возникают сновидения, то еще более замечательной покажется эта способность сновидения быстро забываться. Если что-то разбудит нас сразу после сновидения и возникшая во сне картина еще ясно сохранилась в мозгу, то все равно обнаруживается, что эту картину трудно передать словами, и попытки в этом направлении редко бывают удовлетворительными. Если даже удается правильно передать

содержание того, что произошло в сновидении, то все равно недостижимо мысленно восстановить особую атмосферу сновидения и передать ее другому лицу. Как сказал швейцарский поэт Карл Шпиттелер (современник Ницше): «Сновидения нельзя пересказать; они улетучиваются, когда рациональный разум пытается облечь их в слова».

На что же похоже нормальное сновидение? Что снится обычному «человеку с улицы»? Ницше ошибался, когда писал: «Либо у нас вообще нет сновидений, либо наши сны должны быть интересны». В большинстве случаев сны банальны и неинтересны. Обширные исследования, выполненные американскими учеными Холлом, Ван де Кастлом и Снайдером, подтвердили это заключение. Холл проанализировал домашние отчеты о сновидениях у тысячи человек; Снайдер изучил отчеты 650 человек, которых будили в стадии парадоксального сна в лаборатории. Анализ этого замечательного по объему материала показал, что только небольшой процент содержит странные и фантастические элементы, которые обычно ассоциируются со сновидениями. Ясно, что такие нетипичные сновидения застревают в нашей памяти, тогда как обычные благополучно забываются. В этих исследованиях выявились и другие интересные результаты: всегда имеется хотя бы один член семьи, который фигурирует почти во всех сновидениях. Приблизительно в трети сновидений эти персонажи или же сам спящий активны: они разговаривают, слушают, смотрят; в другой трети персонажи сновидений передвигаются пешком или с помощью какого-либо транспортного средства. Физическая активность не требует больших усилий, как в бодрствовании, всё происходит как бы само собой. Другим отличием от бодрствования служит то, что ежедневная рутина, такая, как работа по дому (уборка, починка чего-нибудь) и конторская работа (например, машинопись), редко фигурирует во сне. Содержание сновидений скорее негативное, чем позитивное. Поражения и неудачи, к сожалению, чаще случаются в сновидениях, чем удовлетворение и успех, а столкновения с жестокостью и агрессивностью возникают чаще, чем дружеские контакты. Но даже если в сновидениях происходят очень волнующие события, сопровождающие их эмоции сильно притушены, их интенсивность никак не соответствует драматизму ситуации. Тем не менее более одной трети отчетов о сновидениях содержит эмоции страха и тревоги, тогда как положительные эмоции более редки

Дети часто просыпаются от кошмарных видений и с

трудом засыпают после этого. Как мы уже видели, они больше времени, чем взрослые, проводят в парадоксальном сне. Что снится детям? Этот интересный, но сложный вопрос был изучен Дэвидом Фулкесом, американским специалистом в области сна и сновидений, который систематически собирал и изучал сновидения детей различных возрастных групп. Особенно трудно получить внятные отчеты о сновидениях от маленьких детей. Одна из проблем — это то, что опрашивающий не всегда уверен в том, что ребенок может отличить свое сновидение от мышления в бодрствовании. Кроме того, общее затруднение при попытке передать сновидение словами здесь усложняется еще и недостаточным словарным запасом ребенка.

Младшая группа, изученная Фулкесом, состояла из детей двух-трех лет. Как правило, эти дети способны давать лишь короткие отчеты о своих сновидениях, в которых мало действия и эмоций. Им часто снится, как они играют в привычном окружении, и сны о животных. Группа 5—6-летних детей уже была способна давать вдвое более длинные отчеты о сновидениях. В их отчетах о сновидениях больше движения и другой активности; люди, которые там появляются, по большей части члены семьи или друзья. Однако сами спящие играют на удивление пассивную роль. Интересный феномен в этой возрастной группе: у мальчиков и девочек отмечается различный характер сновидений: девочкам чаще снятся дружеские встречи, приятные чувства и «счастливые концы», в то время как мальчикам — по большей части неприятные темы и конфликты. Среди 7—8-летних детей эти различия уже не выявлялись.

Первоклассники и второклассники сами чаще играют ведущие роли в своих сновидениях по сравнению с младшими возрастными группами. В сновидениях 9—12-летних детей (предподростковый возраст) действие обычно происходит дома, на улице или в школе. Персонажи сновидений — обычно члены семьи или товарищи по играм, за тем исключением, что мальчикам часто снятся незнакомцы мужского пола. Приятные эмоции присутствуют чаще, чем в младших группах. У старших мальчиков агрессивный характер сновидений отмечается в 2 раза чаще, чем у девочек. Среди подростков (13—15 лет), особенно мальчиков, приятно окрашенные сновидения становятся всё более редкими, а фактические элементы появляются чаще. Члены семьи также появляются реже.

Общее заключение, которое можно сделать на основании этих исследований, состоит в том, что, вопреки распространенному мнению, большинство детских снов не содержит элементов беспокойства или страха. У подростков изменения в сновидениях отражают стадии развития познавательных способностей на фоне ситуаций, связанных с реальной жизнью: домашним окружением, школой и формированием личностной и половой идентификации.

## Существует ли «сон со сновидениями»?

Пока не был открыт парадоксальный сон, изучение сновидений проводилось лишь путем утренних опросов испытуемых. Когда стало ясно, что значительная часть эпизодов парадоксального сна содержит сновидения, то экспериментальное изучение сновидений получило мощнейший импульс. Какой-то неуловимый объект исследований, представлявший интерес лишь для узкого круга специалистов, превратился, так сказать, в одну ночь в новую область применения научных методов познания. Это произошло при появлении новой возможности получения отчетов о сновидениях сразу же после их завершения. К удивлению тех, кто заявлял, что никогда не видят снов или видят их крайне редко, было обнаружено, что каждый человек видит сны несколько раз за ночь. Спорные вопросы, такие, например, какова продолжительность сновидений, теперь могли быть разрешены экспериментальным путем.

В старой литературе о сновидениях можно было встретить утверждение, что даже длинные сны на самом деле продолжаются лишь несколько секунд. Некоторые отчеты о сновидениях, казалось, подтверждали это предположение, как, например, следующий отчет французского психолога XIX в. Мори, о котором рассказал Зигмунд Фрейд:

«Он был болен, лежал в своей постели, рядом сидела его мать, и ему снилось, что он попал в эпоху якобинского террора. Он стал очевидцем множеств страшных сцен убийств, и в конце концов сам оказался перед лицом революционного трибунала. Там он увидел Робеспьера, Марата, Фукье-Тенвилля и других жестоких героев тех ужасных дней. Они допрашивали его, и после множества злоключений, которые не сохранились в его памяти, он был признан виновным и отведен на место казни, окруженное огромной толпой. Он поднялся на эшафот, палач привязал его и откинул стопорное устройство. Нож гильотины упал. Он

почувствовал, как его голова отделяется от тела, проснулся в страшном волнении — и обнаружил, что изголовье кровати упало и стукнуло его по шее как раз в том месте, где он ощутил нож гильотины».

Этот отчет свидетельствует о том, как внешнее событие — падение изголовья кровати, на которой спал Мори,— послужило поводом для развертывания целостной картины сновидения, которая вся, по-видимому, проскочила за несколько секунд, причем окончание внешнего события запустило начало сновидения.

Через несколько лет после открытия парадоксального сна Демент и его коллеги провели изучение истинной длительности сновидений. В одних опытах они пробуждали испытуемых сразу после начала парадоксального сна, в других — спустя некоторое время от начала парадоксального сна. Результаты показали, что субъективная длительность сновидения соответствует объективной длительности периода парадоксального сна. Если разбудить испытуемого в начале периода парадоксального сна, то он отчитывается о коротком сновидении, а если в конце — то о длинном. После очень длинных эпизодов парадоксального сна (30—50 мин) испытуемые отчитывались о необычно длительных сновидениях, но отчеты о содержании этих сновидений были не длиннее, чем в тех случаях, когда испытуемых пробуждали уже через 15 мин после начала парадоксального сна. Очевидно, сновидения начинают исчезать из памяти, даже несмотря на продолжение длительного эпизода парадоксального сна. В других опытах Демент и Вольперт брызгали водой на спящих испытуемых, чтобы зафиксировать определенный момент в ходе сновидения. Некоторые испытуемые действительно включили эту сенсорную стимуляцию в свои сновидения. Например, одному испытуемому снилось, что он участвует в пьесе, и он представил следующий рассказ через 30 с после того, как ему на затылок брызнули холодной водой:

«Я шел за главной героиней, когда внезапно она упала и по ней потекла вода. Я подбежал к ней, и вода потекла также по моей спине и голове. Крыша протекала. Я был в недоумении, отчего же актриса упала, и решил, что на нее свалилась штукатурка. Я поглядел наверх и увидел дырку в потолке. Я оттащил девушку в угол сцены и стал задергивать занавес. Сразу после этого я проснулся».

Экспериментаторы сравнивали промежуток времени от момента стимуляции до пробуждения испытуемого с субъ-

ективной продолжительностью сновидения. Результаты вновь показали, что насыщенность сновидения событиями приблизительно соответствует реальному времени сна.

Другой возникший вопрос — может ли процесс сновидения проявиться в какой-либо из функций организма, поддающейся измерению. Например, имеют ли быстрые движения глаз в парадоксальном сне какую-то связь с содержанием сновидений? Казалось, что первые результаты Демента подтверждают это предположение. Он описал один опыт, в котором испытуемого пробудили после длинной серии движений глаз, представлявших собой регулярные перемещения то в одну сторону, то в другую. Испытуемый заявил, что ему снилась игра в пинг-понг. Однако другие опыты не выявили такой связи между движениями глаз и содержанием сновидений. В настоящее время представляется маловероятным, что эти два феномена связаны непосредственно. У детей и у животных также происходят быстрые движения глаз во сне, и эти движения скорее всего представляют собой один из так называемых фазических процессов, сопровождающих парадоксальный сон. Другой такой фазически связанный феномен — это внезапные подергивания пальцев и колебания кровяного давления.

Фрейд говорит, что сон без сновидений — самый лучший вид сна, а фактически единственно хороший вид сна. Но можно ли на самом деле различить сон без сновидений от сна со сновидениями? Исследователи сна обычно описывают парадоксальный сон как сон со сновидениями, так как в 80% случаев пробуждений в этой стадии испытуемые отчитываются о сновидениях. Однако эксперименты показали, что рассмотрение парадоксального сна как единственного вида сна со сновидениями является чрезмерным упрощением, так как при пробуждении из медленного сна испытуемые также отчитываются о сновидениях, иногда даже в 74% случаев.

Можно сказать, что сновидения в этих двух стадиях сна несколько различаются: отчеты о сновидениях в парадоксальном сне более яркие, более сложные, странные, более эмоционально окрашенные, чем сновидения в медленном сне, где превалируют в большей степени рациональные и реалистические элементы, сходные с мышлением в бодрствовании. Исследователи, которые не знали, в какой стадии сна получены отчеты о сновидениях, оказались способны различить сновидения парадоксального и медленного сна,

единственно исходя из их содержания. Однако Джон Антробус, американский исследователь сна и сновидений, показал, что главное различие между сновидениями в двух стадиях сна заключается в их длительности, а не в содержании. С его точки зрения, более длительные сновидения, характерные для парадоксального сна, с большей вероятностью включают в себя яркие элементы, чем короткие сновидения, характерные для медленного сна. Эти различия в длительности, возможно, отражают тот факт, что сновидения запоминаются лучше при пробуждении из парадоксального сна, чем при пробуждении из медленного.

Связь между сновидениями и стадиями сна содержит и другой интересный аспект: сноподобные переживания возникают не только во время ночного сна, но также и при засыпании и пробуждении. В дневнике австрийского писателя Роберта Мюзиля описано особое ощущение перехода из мира мыслей в мир сновидений и обратно, которое может возникать при постепенном пробуждении:

«Мысли во сне. Я вновь переживаю их ранним утром. К сожалению, по большей части они забываются. Это наполовину сновидения, наполовину мысли. Они снятся, но в то же время не выходят полностью из-под волевого контроля, как днем.

Мне снится что-то про никотин. Я проснулся, и какое-то физическое ощущение заставило меня задуматься о том, чтобы меньше курить днем. Затем я погрузился в полусон; а затем внезапно голова моя вновь прояснилась; очевидно, потребность зафиксировать что-то в мозгу заставляла меня вновь проснуться. Это было какое-то ужасное слово насчет действия никотина; теперь, несколько часов спустя, все что я могу припомнить, это изображение модели человеческого тела, сделанной из проволоки или сетки, как в кабинете геометрии; мозг этой модели удален, и вместо него помещено это слово, слово, ужасное в своей неотвратимости.

Я думаю, что даже это первое воспоминание было не вполне точным; все, что я ухватил, это хвост, конец воспоминания, как это обычно и происходит».

Два американских исследователя Джералд Вогел и Дэвид Фулкес провели детальное исследование изменений в психическом состоянии человека при засыпании. Оказалось возможным выделить различные фазы. Первый шаг — это потеря контроля над потоком мыслей. В состоянии бодрствования человек думает, направляя свои мысли в желательном направлении. При засыпании мысли начинают

блуждать и разбредаться. Если испытуемого пробуждают через некоторое время после начала засыпания, то отмечается потеря ориентации во времени и пространстве. Он уже не сознает, что лежит в кровати и что сейчас одиннадцать часов вечера. По мере дальнейшего развития сна появляются первые истинные картины сновидений, и спящий более не осознает, что они уже не соответствуют окружающей реальности. Отчеты о сновидениях в этой фазе засыпания напоминают отчеты из парадоксального сна до такой степени, что различить их становится невозможно.

Таким образом, переживание сновидений ни коим образом не ограничено парадоксальным сном, но также возникает и при засыпании, пробуждении и в медленном сне. Можно сделать дальнейший шаг и поставить вопрос о том, почему бы психическим процессам, напоминающим сновидения, не возникать также и в бодрствовании? Если днем сидеть или лежать расслабленным и с закрытыми глазами, то мысли также начинают разбредаться. Можно так погрузиться в фантазии, что забудешь, где находишься. Имеются явные указания на то, что дневные и ночные грезы сходны как по характеру, так и по содержанию. Похоже, что состояния сновидений и сознательного мышления в бодрствовании не столь уж отличны друг от друга. В бодрствовании такое психическое состояние может способствовать творческому или художественному воображению.

Эту главу необходимо закончить, сказав несколько слов о ночных кошмарах. Они представляют собой переживания сновидений устрашающей природы, возникающих обычно во вторую половину ночи в стадии парадоксального сна и заканчивающихся с началом пробуждения. Мы можем помнить сновидение, но уверены, что это был только сон. Эти так называемые pavor nocturnus (ночные страхи) имеют различные проявления. Обычно спящий вскрикивает и просыпается в ужасе, он покрыт пóтом, его дыхание учащено. Даже и проснувшись, он выглядит растерянным и не может рассказать, что ему приснилось. У детей может пройти 5—10 мин, пока они не успокоятся и придут в себя. Наутро они об этом не помнят. Два типа тревожных сновидений отражают характерные различия между пробуждением из парадоксального сна и из глубокого медленного сна. Человек, который проснулся после эпизода парадоксального сна, способен сразу ори-

ентироваться и отдает себе отчет в том, что происходит вокруг, в то время как тот, кто пробудился из глубокого медленного сна, переживает период сильной сонливости, дезориентации и нарушения памяти.

## Сновидения — смысл или бессмыслица?

Являются ли сновидения просто иллюзиями или же они отражают какие-то значимые ассоциации идей? С тех пор как философы начали размышлять на эту тему, всегда существовали приверженцы обеих точек зрения. Следующая фраза из «Республики» Платона вполне могла бы принадлежать Зигмунду Фрейду: «...фактически у каждого из нас, даже у тех, кто пользуется наибольшим уважением, есть ужасные, злые и противозаконные желания, которые проявляются в сновидениях». Аристотель, напротив, видел в сновидениях лишь остатки чувственных впечатлений, возникающих случайно, как «такие завихрения, которые часто можно видеть на реке... то с неизменным рисунком, а то они разделяются и образуют новые формы, сталкиваясь с каким-либо препятствием».

В этом отрывке Аристотель предлагает теорию, объясняющую природу сновидений, которая сделала бы честь позитивистам XIX в. Научная школа психологии прошлого века проявляла очень мало интереса к изучению сновидений. Немецкий ученый и философ Фехнер пренебрежительно писал, что «в сновидении психологическая активность как бы перемещается из мозга разумного человека в мозг дурака». Сновидения рассматривались как последствия чувственных впечатлений, полученных в бодрствовании, и как результат изменений позы тела во время сна. Причудливый характер картин в сновидении рассматривался как результат редукции психической активности во сне; по Мори, это проявляется «в целом наборе признаков деградации интеллектуальных и умственных способностей». Необходимо сказать о том, что подобные рассуждения вели к постановке конкретных экспериментов, в которых изучалось влияние сенсорных стимулов на сновидения, но истолкования результатов часто были неадекватными. Любопытно сегодня читать описание опытов Мори, сделанное Фрейдом.

1. Прикоснулись пером к его губам и кончику носа — ему приснилась страшная пытка.
2. Провели ножницами по плоскогубцам — он услышал

перезвон колоколов, затем сигнал тревоги, и он вновь ощутил возвращение июньских дней революции 1848 года...

3. Капнули водой ему на лоб — он был в Италии, сильно вспотел и пил белое вино.

В последние несколько лет ученые разработали новые подходы к нейропсихологии для объяснения сновидений. По одной гипотезе внешние сенсорные стимулы не играют главную роль; скорее, состояние сновидений обусловливается активностью самого мозга. Два американских психиатра, изучающие сон, Роберт Мак-Карли и Аллен Хобсон, показали, что появление и резкая смена сновидений во время парадоксального сна вызываются активацией нейронных сетей, связанных со зрением и движением глаз. В соответствии с их точкой зрения ощущение движения в сновидениях возникает вследствие возбуждения двигательных областей мозга, в то время как эмоциональные компоненты и воспоминания о прошлом связаны с другими отделами переднего мозга. Странный, причудливый характер картин в сновидениях проистекает из-за одновременной активации различных систем, когда мозг получает противоречивую информацию. Сновидения в целом рассматриваются как результат синтеза этих различных элементов. К сожалению, эту гипотезу трудно проверить в экспериментах; кроме того, эта теория рассматривает только те сновидения, которые возникают в парадоксальном сне. Подобные нейробиологические теории обычно рассматривают сновидения как, в общем-то, несущественные эпифеномены активности нервной системы. Все, что может дать анализ сновидений, как бы говорят авторы теорий,— это некоторая информация о том, как работает мозг.

Еще ранние авторы предпринимали попытки объяснить природу сновидений в терминах физических процессов. Например, немецкий философ Иммануил Кант наделял сновидения важной биологической функцией, видя в них «естественную регуляцию», которая не только имеет определенную цель, но, возможно, оказывает даже некий «целебный» эффект:

«Теперь, таким же образом, я хочу спросить, не являются ли сновидения (которые всегда присутствуют в нашем сне, хотя мы редко помним, что именно нам снилось) естественной регуляцией, предназначенной для определенных целей. Ибо когда все телесные мышечные силы расслаблены, сновидения служат цели внутренней

стимуляции жизненно важных органов путем воображения и высокой активности, которая его сопровождает, активности, которая в этом состоянии возникает главным образом от психофизической ажитации. Вот почему воображение обычно более активно работает во сне у тех, кто ложится спать с полным желудком, когда такая стимуляция наиболее необходима. Однако я бы сделал заключение, что без внутренней стимулирующей силы и утомляющего беспокойства, что является причиной жалоб на сон, который на самом деле обладает, возможно, целебными свойствами, долгий сон даже у здорового организма мог бы привести к полному истощению жизненной силы».

Но давайте вернемся в наши дни. Исследовательская группа из Цюрихского университета, состоящая из семейной пары Дитриха Лемана и Марты Кукку, предложила теоретическую модель сновидений, которая предполагает, что во время сна происходит комбинация идей и стратегий мышления, возникших в детстве, с недавно приобретенной существенной информацией. Сновидения рассматриваются как результат пересортировки и пересмотра данных, хранящихся в памяти. Однако, с точки зрения этих авторов, сновидения представляют собой не случайный, а значимый процесс. Эта теория сновидений в определенной степени опирается на гипотезу Жуве о том, что в парадоксальном сне генетически детерминированная информация (т. е. врожденное, инстинктивное поведение) связывается с недавно приобретенной информацией (сенсорная информация, приобретенное поведение, обучение). Мы вернемся к этой гипотезе, которая относится главным образом к парадоксальному сну, а не к сновидениям, в гл. 12.

Недавно молекулярные биологи Фрэнсис Крик и Грэм Митчисон предложили совсем иную гипотезу для объяснения природы сновидений в парадоксальном сне. Они предположили, что сновидения в парадоксальном сне отражают деятельность «механизма стирания, очистки памяти» в мозге, который устраняет «паразитные» виды поведения и ненужные реакции, формирующиеся во время бодрствования. «Мы видим сны, чтобы забыть»,— пишут авторы. Они называют этот процесс «обучением наоборот» или «разучением»; с его помощью происходит устранение ненужной информации в мозге. Эта теория вновь рассматривает сновидения как биологически полезный процесс, один из тех, которые поддерживают функциональную эффективность нервной системы; однако содержательная сторона сновиде-

ний, как они ее рассматривают, представляет собой лишь случайный результат, который не поддается достоверному истолкованию. Как и другие теории, о которых уже говорилось, эту гипотезу так же трудно подтвердить или опровергнуть экспериментально.

Если предположить, что сновидения выполняют какую-то фундаментальную биологическую роль, то необходимо показать, что они являются необходимым и обязательным процессом. Дофрейдовский психолог Роберт высказал это таким образом:

«Человек, лишенный способности видеть сновидения, через некоторое время впадает в безумие, ибо масса несформировавшихся, обрывочных мыслей и поверхностных впечатлений будет накапливаться у него в мозгу и подавлять те мысли, которые должны целиком сохраняться в памяти».

Когда Демент в 1960 г. сообщил, что лишение испытуемого сновидений приводит к психическим нарушениям, врачи и ученые восприняли это открытие без удивления. Его исследование казалось, скорее, подтверждением того, что уже и так в течение долгого времени рассматривалось как истина. Связь между парадоксальным сном и психическим здоровьем казалась настолько очевидной, что какие бы то ни было опровержения попросту не воспринимались даже тогда, когда несколько тщательно выполненных исследований не подтвердили эти первые результаты и сам Демент взял обратно свои прежние заключения. Несмотря на это, и сегодня еще учебники содержат фразы относительно разрушительных эффектов «депривации сна со сновидениями». Однако такая точка зрения научно не обоснована, кроме всего прочего, еще и потому, что, как было показано в последнее время, сновидения возникают во всех стадиях сна. Невозможно лишить испытуемого сновидений, не лишая его заодно всего сна. Окончательный ответ на вопрос о биологическом значении сновидений, о том, действительно ли они нужны для сохранения здоровья, в настоящее время не может быть дан.

## Культурная значимость сновидений

Давайте теперь рассмотрим сновидения в более широком историческом и культурном контексте. Немецкий драматург XIX в. Фридрих Геббель писал: «Сновидения являются наилучшим доказательством того факта, что мы не замкнуты наглухо в наших оболочках, как это нам кажется».

С древних времен сновидения рассматривались как врата в иной мир. В «Илиаде» и «Одиссее» Гомера боги принимают человеческий облик в сновидениях, чтобы передать смертным свое повеление, либо предупредить об опасности. Богиня Афина является спящей Наусике в облике ее подруги и велит ей идти на берег на рассвете и стирать одежды; так происходит спасение потерпевшего кораблекрушение Одиссея.

Сновидения имели также важное значение для практической медицины в Древней Греции:

«В Греции были истолкователи снов, которых регулярно посещали пациенты в поисках способа выздоровления. Больной входил в храм Аполлона или Эскулапа, выполнял там ряд церемоний, очищался, пройдя ритуальные омовения, массаж и фимиам, и затем в состоянии экзальтации растягивался на шкуре жертвенного барана. После этого он засыпал, и ему должен был присниться способ исцеления его болезни. Этот способ должен был явиться ему либо в натуральном виде, либо в виде символов и картин, которые в дальнейшем истолковывались жрецами». Известно также, что древние египтяне уделяли большое внимание сновидениям и придавали им весьма специфическое значение.

Одна из самых знаменитых книг о сновидениях была написана Артемидором во II в. нашей эры. Многочисленные последующие работы на эту тему основывались на ней. Артемидор представил прямой перевод символики сновидений. Некоторые символы имели пророческое значение: дельфин в воде — хорошее предзнаменование, дельфин на берегу — плохое.

Верили в то, что через посредство сновидений происходит контакт с другими мирами. В ведических текстах Древней Индии сновидения рассматриваются как промежуточная стадия между нашим миром и будущим. Считалось, что душа покидает тело во сне и, поддерживаемая и охраняемая дыханием спящего, она носится в пространстве, где может обозревать оба мира. Только в настоящее время сновидения стали рассматриваться принципиально отличным образом, а именно, что эта «другая» реальность находится не вне нас, а внутри нашего собственного сознания. Если сновидения представляют собой не божественное вдохновение или откровение, пришедшее из иного мира, но продукт нашего собственного «Я», тогда возникает вопрос, должны ли мы нести ответственность за них. До-

фрейдовский психолог Хаффнер явно отклонял такое предположение:

«Мы не несем ответственности за наши сновидения, так как наше мышление и воля в это время лишены той единственной основы, на которой наши жизненные процессы остаются истинными и реальными. ... По этой причине желания и действия в сновидениях не могут быть ни добродетельными, ни греховными».

Ницше с негодованием отвергал эту точку зрения:

«Ты желаешь отвечать за все на свете, кроме своих собственных сновидений! Что за жалкая слабость, что за отсутствие твердой логики! Ничто не говорит о тебе так много, как твои сны! Ничто так тесно не связано с тобой! И сущность, и форма, и протяженность этих комедий, в которых ты и актер, и зритель,— в них ты полностью раскрываешь свое «Я»!»

Фрейд раскрыл эти проблемы с всегдашней ясностью и блестящей простотой: «Наш научный подход к сновидениям начинается с допущения, что они являются продуктом нашей собственной психической активности. Однако завершенное сновидение поражает нас, как нечто внешнее по отношению к нам. Мы склонны так мало замечать, что это наша собственная продукция, что говорим «мне приснилось» так же, как и «я видел сон». Какова же природа этого чувства, что сновидения являются внешними по отношению к нашему сознанию?»

Фрейд представил ответ на этот вопрос в эпохальной работе «Толкование сновидений». В ней он показал, что сновидения содержат не только явный, очевидный смысл, который можно изложить в пересказе, но и скрытый, неявный, который невозможно сразу осознать или уяснить. Для того чтобы понять этот второй смысл, толкователь нуждается в дополнительной информации о личности того, кто видел этот сон. Вогел и Фулкес удачно продемонстрировали важность этих идей Фрейда на следующем примере:

«Испытуемый в лаборатории по изучению сна сообщил о таком сновидении: «Я еду на велосипеде». Представим себе, что мы, исследователи, решили выявить личностный источник этого сновидения, способ его формирования, его значение и функцию. Мы используем тот же самый метод, который применяется обычно при изучении сновидений вот уже 20 лет: сновидение оценивается и его содержание анализируется в соответствии с критериями, которые

не требуют информации о том, кому и когда снился этот сон. Используя эти критерии, мы отмечаем, что тема сновидения довольно реалистична и правдоподобна и что она включает только самого спящего, который является активным участником, не проявляющим никаких эмоций по поводу того, что он выполняет значительную двигательную нагрузку в качестве перемещающегося объекта. Мы отмечаем отсутствие агрессивной или сексуальной тематики и заключаем, что оно довольно прозаично и, похоже, не затрагивает каких-либо глубинных сторон жизни спящего...

Допустим, однако, что вместо использования таких подходов, которые основаны на общепринятых представлениях об истолковании снов, мы спросим испытуемого, что он думает о велосипедах. Вот его ответ в сокращенном виде: «Когда я думаю о велосипедах, мне приходят в голову две вещи. Во-первых, это увлечение моего сына, а он осенью возвращается в колледж. Я хочу провести с ним больше времени и разделить с ним некоторые из его увлечений, пока он не вернется снова к самостоятельной жизни. Во-вторых, возникает смутная ассоциация, что меньше чем два года назад умер от болезни сердца мой отец. Он тренировался на велоэргометре. Я думаю, что мне необходимо тренироваться более интенсивно, чтобы избежать его участи».

Цепь ассоциаций выявила, что этот сон не является просто незначительным эпизодом, который случайно включает в себя велосипед; напротив, он тесно связан с двумя важнейшими лицами мужского пола в жизни спящего. Но такой смысл, на первый взгляд скрытый, может быть выявлен, только когда содержание анализируется в более широком контексте личности испытуемого.

Несомненно, что одним из величайших достижений Фрейда было это постоянное и убедительное подчеркивание глубинного смысла сновидений. Сновидения являются не просто тенями, как говорил Гамлет, но, скорее, «посланиями к кому-то». Они изложены метафорическим языком, в котором правила совсем другие, чем в обычном языке. Каждый элемент в сновидении связан с множеством других мыслей и идей. Связи между ними могут быть выявлены различными путями; один из наиболее важных — это методика, известная под названием «свободные ассоциации», когда субъект должен следовать своим мыслям как можно более свободно и тщательно пересказывать, что возникает

у него в сознании в связи с каждым отдельным элементом сновидения. Процесс, лежащий в основе сновидения. названный Фрейдом «работа сна», начинается с переплетения и конденсации очень разнородных идей и впечатлений в единую картину. Кроме конденсации, сновидения возникают также в результате «вытеснения» мыслей, т. е. их перемещения в инородный и явно бессмысленный контекст. Фрейд считал, что такой процесс служит для маскировки слишком «больных» для данного субъекта тем, которые несут слишком большую эмоциональную нагрузку, чтобы быть непосредственно «включенными» в сновидения.

Здесь не место вдаваться в детали механизмов, выполняющих «работу сна». Важно, однако, напомнить, что Фрейд понимал сновидения как особый и весьма важный язык мозга. Дэвид Фулкес разработал далее этот подход в своей книге «Грамматика сновидений». Начав с доктрин Фрейда, но включив результаты современных психологических и лингвистических исследований, Фулкес разработал метод обнажения скрытых, латентных структур, присутствующих в неявном виде в каждом отчете о сновидении. Кроме самого отчета, важную роль играют свободные ассоциации испытуемого. Фулкес создал математическую модель для описания процессов трансформации образов в сновидениях.

«Мир сновидений не менее реален, чем мир бодрствования; только он реален в другом отношении». Можно согласиться с заключением Людвига Клагса, что анализ сновидений позволяет глубже проникнуть в функции сознания. Анализ сновидений играет важную роль при многих формах психотерапии как способ проникновения в глубины потока сознания пациента. Одно из знаменитых выражений Фрейда: «Толкование сновидений — это основной путь к познанию бессознательного».

Теперь, однако, покинем этот путь, чтобы уделить внимание другим признакам того, что сновидения могут быть полезны для проявления активности в бодрствовании. Креативные, творческие сновидения подтверждают это, как в знаменитом пересказе немецкого химика Фридриха Августа Кекуле, который долго и безуспешно искал химическую структуру бензола. Однажды ночью ему приснились шесть змей, проглотивших хвосты друг друга, образовав большое вращающееся кольцо. Проснувшись, он понял, что проблема, мучившая его, решена: структура бензола похожа на кольцо из шести змей и представляет собой замкнутый цикл с шестью атомами углерода.

Желание использовать творческую силу сновидений привело к попыткам создания искусства так называемых люцидных сновидений, т. е. сновидений на фоне ясного сознания. В отличие от обычного сна человек, видящий люцидное сновидение, осознает, что все происходящее ему только снится. Предполагается, что это осознание, в свою очередь, должно освободить его мозг от необходимости контроля за сновидением и позволить свободно странствовать в «стране сновидений». Неоднократно публиковались отчеты о таких люцидных сновидениях, однако научные подтверждения подобных сообщений пока отсутствуют.

В книге «Путешествие в Икстлан» Карлоса Кастанеды мексиканский маг Дон Хуан дает своему ученику указание насчет первого упражнения в сновидениях. Он должен перед сном сконцентрироваться на том, чтобы увидеть во сне собственные руки, отдавая при этом отчет, что это ему снится. Далее по ходу сновидения он должен переместить свой взор с рук на другой объект и затем обратно.

«Каждый раз, как ты глянешь на что-либо в своем сновидении, оно меняет форму... Весь фокус в обучении управлять своими сновидениями заключается в том, чтобы не только взглянуть на что-либо в сновидении, но и сохранить этот объект неизменным. Сновидение станет реальностью, когда ты научишься фокусировать взгляд на любом его объекте. Тогда исчезнет различие между тем, что происходит во сне, и тем, что происходит в бодрствовании».

После этих элементарных упражнений Дон Хуан обучает ученика выбирать самому место действия будущего сновидения. За исключением Дона Хуана, лишь немногие люди могут похвастаться тем, что обладают такой способностью, но как соблазнительно верить, что мир снов, столь эфемерный и ускользающий, может быть взят под контроль сознания!

Давайте завершим обсуждение роли сновидений экскурсией в область антропологии. Сенои был мирным народом, проживавшим в отдаленных джунглях Малайзии еще в начале века. Они придавали важное значение сновидениям, рассматривая их как отражение не только текущих событий их жизни, но и предчувствие того, что еще только зарождается. Если кому-то приснилось, что он поссорился с другом, это истолковывалось как признак подсознательного конфликта, даже если никаких признаков этого конфликта в повседневной жизни не отмечалось. Соответствующей реакцией на такой сон было обсуждение его содер-

жания как в кругу семьи, так и с этим самым другом. Затем человек, которому приснился дурной сон, дарил подарок своему другу, чтобы погасить этот подсознательный конфликт, омрачающий их отношения. Далее этот человек старался вызвать у себя люцидный сон, в котором он встречал своего друга и уверял его в своем расположении. Народ сенои учил своих детей воспринимать страшные сны как важную часть формирования личности; они говорили детям, что если кошмар появится снова, то это хорошо, ибо позволяет узнать об угрозе, исходящей от персонажа сновидения, преодолеть ее, подружившись с ним, или — третья возможность — оказаться побежденным этим персонажем во сне и таким образом снять подсознательный конфликт. Этнограф Стюарт описал сенои как вполне цивилизованный народ, который сумел так организовать свою жизнь, что в ней чрезвычайно редки как психические болезни, так и воинственные конфликты. К сожалению, культура сенои почти полностью исчезла в результате глубоких социальных потрясений в этом районе во время второй мировой войны.

Быть может, сходные мысли о роли сновидений владели немецким поэтом Фридрихом Гёльдерлином, когда он писал: «Люди — короли в сновидениях, и нищие — в рассуждениях».

# Глава пятая
# Сон и снотворные

> ...Ни мак, и ни мандрагора,
> Ни все снотворные мира
> Не смогут больше погрузить тебя в тот
> сладкий сон,
> Которым ты наслаждался вчера.
>
> *Вильям ШЕКСПИР*

Снотворные употребляются чаще, чем почти все другие лекарства. Например, в США от 6 до 9 млн. взрослых каждый год принимают какие-либо снотворные средства. Почти 40% страдающих бессонницей — это люди в возрасте 60 лет и старше, хотя эта возрастная группа составляет только 15% всего населения.

Таким образом, употребление снотворных увеличивается с возрастом. Как же действуют эти столь широко применяемые лекарства? Каковы их достоинства и побочные эффекты? И наконец, самый важный вопрос: действительно ли эти лекарства вызывают естественный сон?

Снотворные как таковые существуют только сотню лет или около того. Разумеется, и ранее предпринимались многочисленные попытки вызвать сон с помощью эликсиров и растительных настоек, ибо проблема бессонницы стара как мир. В средние века медики применяли целебные мази, обтирания, припарки и компрессы для лечения расстройств сна, а также для обезболивания пациентов перед операциями. С давних времен общеупотребительным снотворным считался алкоголь, однако, как будет видно из дальнейшего изложения, он вызывает только короткий не очень освежающий сон, вслед за которым наступают неприятные симптомы похмелья. Опиум, гашиш и производные вещества, извлеченные из растений семейства паслёновых (например, белладонна), также часто прописывались в былые времена тем, кто страдал от бессонницы. Однако сегодня мы знаем, что все эти вещества, употреблявшиеся до наступления эпохи научной фармакологии, были не очень эффективными. Первые «настоящие» снотворные, т. е. лекарства, вызывающие сон,— это хлоралгидрат и паральдегид, которые стали применять в конце XIX в.

Они все еще фигурируют в списках современной медицины, но из-за неприятного вкуса и запаха их применяют очень редко.

## Барбитураты: классические снотворные раннего периода

Барбитуровая кислота была открыта в 1864 г. Адольфом фон Бейером, 29-летним ассистентом, который синтезировал ее из малоновой кислоты и мочевины. Легенда гласит, что успешный синтез был отпразднован в городе Генте в Бельгии, в таверне, пользовавшейся популярностью у офицеров артиллерийского полка. Так как это событие совпало с праздником их покровительницы, святой Варвары, то новое вещество было названо барбитуратом. Другая столь же недостоверная легенда гласит, что некая дама по имени Барбара сыграла роль при выборе химического названия.

Барбитураты стали применяться в медицине в качестве снотворных в начале века и вскоре стали чрезвычайно популярными. Среди более чем 2,5 тыс. синтезированных веществ этой группы около 50 нашли применение в медицине. В первой половине нынешнего века барбитураты гораздо чаще назначались для лечения нарушений сна, чем все прочие лекарства. Но хотя они и проявили себя как достаточно надежные и эффективные средства, их применение имело и оборотную сторону. Уже десятикратная передозировка барбитурата достаточна, чтобы вызвать серьезное отравление, которое появляется вначале в некоторой спутанности сознания, а затем может привести к потере сознания вообще. Происходит частичное нарушение дыхания и кровообращения. Дальнейшие серьезные осложнения — это шок, сопровождающийся нарушением деятельности легких и почек, и гипотермия (понижение температуры тела). Человек, страдающий от избыточной дозы барбитуратов, должен получить немедленное лечение — только в этом случае шанс на выздоровление будет благоприятным. Другой недостаток барбитуратов — это то, что по небрежности легко может произойти отравление у детей. С другой стороны, большие дозы барбитуратов часто применяются с целью самоубийств. Еще в 1963 г. примерно 10% всех самоубийств в США происходили при помощи барбитуратов. Когда широкое применение барби-

туратов прекратилось, количество самоубийств, вызванных барбитуратами, резко снизилось.

Как и другие снотворные, барбитураты могут вызвать лекарственную зависимость, барбитуратную наркоманию. Иногда эти вещества применяются в комбинации с опиатами, чтобы усилить «кайф». Если запас наркотика иссякает и прием резко прекращается, то наркоман-барбитуратчик может испытать серьезные и даже опасные для жизни симптомы абстиненции — барбитурового похмелья.

Попытки разработать такие снотворные, которые были бы свободны от недостатков и риска, возникающего при приеме барбитуратов, предпринимались уже много лет назад.

В 1956 г. казалось, что в этом направлении произошел, наконец, прорыв: на мировом фармацевтическом рынке появилось вещество талидомид, быстро завоевавшее популярность. Его огромное преимущество по сравнению с барбитуратами заключалось в том, что даже значительная передозировка не вызывала симптомов отравления, так что создавалось впечатление, что наконец-то найдено безопасное снотворное. Должно было пройти пять долгих лет, прежде чем медицинский мир осознал, что произошла одна из величайших катастроф в истории фармакологии. Женщины, которые принимали это лекарство во время беременности, рождали чудовищно уродливых детей. Подсчитано, что примерно 10 тыс. таких детей появились на свет и около половины из них выжили. После этого ужасного бедствия были приняты законы, ужесточающие требования к проверке новых лекарств. Теперь врачи рекомендуют женщинам в первые месяцы беременности не принимать не только снотворных, но и вообще никаких лекарств, если в этом нет острой необходимости.

## Современные снотворные: бензодиазепины

Лекарства, известные в наши дни каждому врачу и фармацевту под названием «бензодиазепины», заняли в медицине то место, которое до этого в течение 50 лет принадлежало барбитуратам. Каждый год в США врачи выписывают около 100 млн. рецептов на препараты класса бензодиазепинов. Этот новый тип лекарств появился в начале 60-х годов в виде двух новых транквилизаторов, известных под коммерческими названиями «либриум» и

«валиум» (в наших аптеках это соответственно элениум производства ПНР и седуксен производства ВНР.— *Прим. пер.*), которые стали широко применяться во всем мире. Прошло несколько лет, пока стало ясно, что транквилизирующий (успокоительный) эффект бензодиазепинов можно использовать, чтобы вызвать сон. В настоящее время ясно, что четкой границы между снотворным и транквилизирующим эффектом бензодиазепинов провести невозможно.

Внедрение в практическую медицину бензодиазепинов было значительным прогрессом по сравнению с барбитуратами и другими классическими гипнотиками (снотворными). Хотя передозировка бензодиазепинов также может вызвать отравление, а хроническое употребление — лекарственную зависимость, риск при приеме бензодиазепинов намного меньше. Сама по себе передозировка бензодиазепинов редко приводит к смертельному исходу. Необходимо подчеркнуть, однако, что эти вещества становятся опасными, если большая доза сочетается с алкоголем или другими психотропными препаратами (т. е. такими лекарствами, которые изменяют эмоциональное и психическое состояние пациента).

Бензодиазепины являются эффективным снотворным, причем их дозы в 10—100 раз меньше, чем у классических барбитуратов. В таблице 1 перечислены наиболее распространенные снотворные и указано, насколько быстро они выводятся из организма. Термин «период полужизни» означает, попросту говоря, сколько проходит времени, пока концентрация в крови вещества, введенного в организм, не снизится вдвое. Хотя имеются и другие существенные факторы (например, скорость всасывания препарата в кишечнике и равномерность распределения в организме), период полужизни является важным показателем того, насколько долго вещество задерживается в организме. Как видно из таблицы, первые два препарата имеют длительный период полужизни. Флюразепам по мере своего распада в организме превращается в другое вещество, которое также обладает снотворным эффектом и имеет период полужизни порядка нескольких дней. Если принимать флюразепам несколько вечеров подряд, то его концентрация в крови постепенно возрастает; так, через 7—10 дней ежевечернего приема его уровень в организме становится в 4—7 раз выше, чем после однократного приема. Этот эффект называется кумуляцией (накоплением).

Таблица I

**Снотворные бензодиазепинового ряда**

| Международное название | Коммерческое название | Период полусуществования |
| --- | --- | --- |
| Флюразепам | Далмейн (США), Далмадором (ФРГ) | 3 суток |
| | Феназепам (СССР) | 3 суток |
| | Рогипнол (ФРГ) | 1 сутки |
| Нитразепам * | Эуноктин (ВНР), Радедорм (ГДР), Могадон (СФРЮ), Неозепам (ПНР) | 1 сутки |
| Диазепам * | Сибазон, Валиум, Седуксен (ВНР), Реланиум (ПНР) | 1 сутки |
| Лорметазепам | Ноктамид (ФРГ) | 12 часов |
| Темазепам | Ресторил (США), Планум (ФРГ) | 12 часов |
| Хлордиазепоксид * | Хлозепид, Элениум (ПНР) | 12 часов |
| Оксазепам * | Нозепам, Тазепам (ПНР) | 12 часов |
| Триазолам | Хальцион (США, ФРГ) | 2-3 часа |
| Мидазолам | Дормикум (ФРГ) | 2-3 часа |

**Примечание автора:** период полусуществования (полужизни) означает время выведения из организма половины дозы введенного вещества или его активного метаболита.

**Примечание переводчика:** таблица дополнена лекарственными средствами, разрешенными к применению в СССР; они отмечены звездочкой.

## Эффективность снотворных

Большинство снотворных, применяемых в фармацевтике, считаются эффективными. В прежние времена эффективность лекарств оценивалась только по субъективным отчетам больных и врачей. Теперь же все новые препараты проходят строгие лабораторные испытания для определения их основных и побочных эффектов. Это особенно необходимо в данном случае потому, что не всегда вещества, именуемые снотворными, действительно содержат активные фармацевтические ингредиенты. Давно известно,

что некоторые больные с расстройствами сна реагируют на плацебо, т. е. на псевдолекарства, и на препараты, не содержащие активных ингредиентов. Уверенность, что лекарство действует, ожидание больного, что он будет лучше спать, иногда являются достаточными, чтобы сон действительно улучшился. Современные методы тестирования новых препаратов включают проверку и этого предположения; она проводится обычно с помощью так называемого двойного слепого контроля, когда сопоставляются эффективность снотворного и плацебо. Здоровый испытуемый или больной принимает и настоящее лекарство, и плацебо (которое неотличимо от него по внешнему виду) в случайной последовательности, причем ни он сам, ни врач-исследователь не знают, что именно он принимает. Эти данные раскрываются по окончании исследования. Только в этом случае сравнение позволяет отделить фармаколо-

После плацебо

По сравнению с вашим нормальным сном сон минувшей ночью был:

Спокойный — X — Беспокойный

Глубокий — X — Поверхностный

Легкий (освежающий) — X — Тяжелый (неосвежающий)

После снотворного

Спокойный X — Беспокойный

Глубокий X — Поверхностный (неглубокий)

Легкий — X — Тяжелый

*Рис. 11.* Шкала самооценки после приема плацебо и снотворного. Те испытуемые, которые принимали снотворное, оценивали наутро свой сон в среднем как более глубокий и спокойный. Такой вывод сделан на основании шкалы самооценки, по которой испытуемые, выставляя крестик, сравнивали свой сон после приема снотворного с нормальным сном. Эта простая процедура дает важную информацию для оценки эффективности различных медицинских препаратов

гический эффект нового препарата от психотерапевтического эффекта плацебо.

Вот пример для иллюстрации роли этих двух эффектов. Испытуемые или пациенты могут либо оценить качество своего сна сами, либо их сон можно записать и оценить объективно.

На рис. 11 субъективные оценки испытуемых представлены в виде 10-сантиметровой шкалы самооценки. Утром после пробуждения испытуемых просят оценить качество сна по трем шкалам: спокойный—беспокойный; глубокий—поверхностный; освежающий, легкий — не освежающий, тяжелый. Отметки на каждой шкале указывают направление, в котором сдвигается сон после приема лекарства по сравнению с нормальным сном; видно, что отметка в середине шкалы означает, что различий нет. Оценка реакции на снотворное заключается попросту в измерении сдвига по шкале в миллиметрах. На первый взгляд, такой метод выглядит обманчиво простым и неточным, но на самом деле эта процедура представляет собой чрезвычайно чувствительный метод регистрации субъектив-

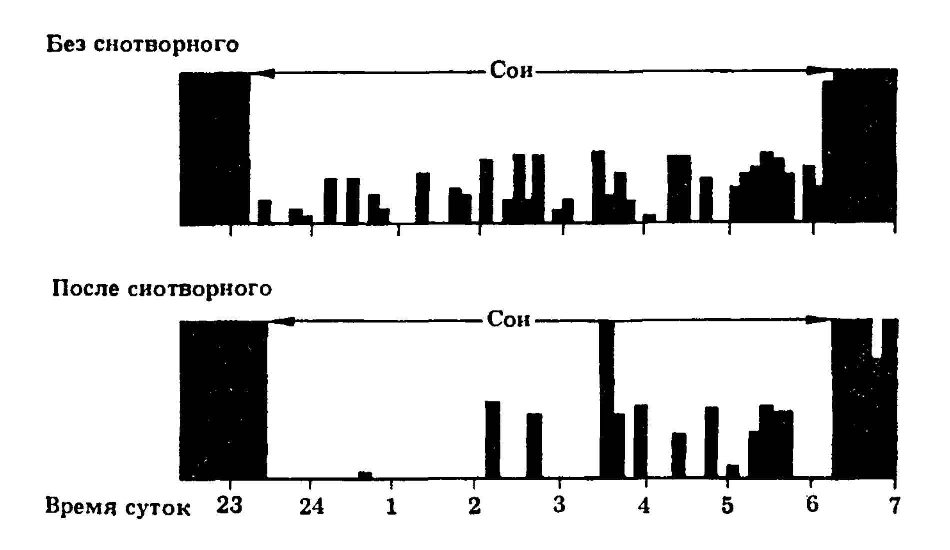



*Рис. 12.* Движения во время сна. Снотворные подавляют движения тела во сне. На верхней диаграмме показаны результаты регистрации с 7,5-минутными интервалами количества движений у спящего испытуемого. Такие движения являются нормой и связаны с изменениями позы во сне. На нижней диаграмме — такая же регистрация у испытуемого после приема снотворного. В первые несколько часов сна видно явное уменьшение движений тела. Такая регистрация движений тела — высокочувствительный и надежный метод тестирования проверки эффективности снотворного

ных изменений качества сна, даже после весьма малых доз лекарств.

На рис. 12 представлены результаты другой процедуры, которая не зависит от субъективного состояния испытуемого или пациента. В соответствии с этой методикой испытуемый надевает на руку небольшое приспособление, закрепленное на часовом браслете, которое позволяет регистрировать все его движения целую ночь. Этот датчик активности регистрирует и хранит суммарное значение всех движений испытуемого за каждый последовательный 7,5-минутный интервал. Верхняя диаграмма показывает запись после приема плацебо; после того как испытуемый уснул, периоды полной неподвижности чередуются с периодами большей или меньшей активности. На нижней диаграмме (где показана ночь после приема бензодиазепинового снотворного) периоды неподвижности значительно длиннее, особенно в первую половину ночи. Таким образом, эти вещества не только вызывают ощущение большего отдыха во сне, но также снижают количество объективно регистрируемых движений в течение ночи.

Наиболее точная информация об эффективности снотворных может быть получена путем полиграфической регистарции сна в лаборатории, как это описано в гл. 2. Данные, получаемые таким методом, весьма ценны, но и добываются они нелегко. Несмотря на свою сложность, эта методика имеет два главных достоинства: можно точно отделить периоды сна от периодов бодрствования, а также можно изучить действие данного препарата на различные стадии сна. По-настоящему качественное снотворное должно удовлетворять сразу трем различным требованиям: оно должно сокращать латентность сна (время от того момента, когда человек лег в постель, до момента засыпания); оно должно снижать частоту и длительность периодов бодрствования в течение ночи; оно должно увеличивать общее время сна. Снотворные могут оказывать свое влияние на сон преимущественно в первую или во вторую половину ночи в зависимости от того, является ли снотворный эффект данного препарата быстродействующим или замедленным.

## Как действуют снотворные на стадии сна и на ЭЭГ?

Идеальное снотворное должно вызывать такой сон, который неотличим от естественного. К сожалению, такое лекарство существует пока лишь в воображении врачей и фармацевтов, а все ныне существующие препараты так или иначе изменяют соотношения стадий сна и ЭЭГ.

В начале 60-х годов шотландский психиатр и ученый Йэн Освальд обнаружил, что барбитураты уменьшают время парадоксального сна. В его опытах представленность парадоксального сна падала от нормы 20—25% до 10—15% времени всего сна. После прекращения приема препарата возникал так называемый эффект отдачи парадоксального сна, т. е. в последующие несколько ночей парадоксальный сон у испытуемого становился намного выше нормального значения (вплоть до 30—40%). В начале 60-х годов преобладала та точка зрения на парадоксальный сон, которая была изложена в гл. 4; тогда было принято считать, что именно парадоксальный сон обеспечивает восстановительный, или освежающий, эффект сна. Такой взгляд, не подтвержденный позднейшими экспериментами, привел тогда к выводу о том, что подавление парадоксального сна, которое вызывается большинством снотворных, должно иметь особо негативные последствия. В те дни фармацевтические компании состязались друг с другом в заверениях, что их лекарства совсем не нарушают парадоксальный сон либо что они хоть и нарушают его, но в меньшей степени, чем у конкурента. Вскоре, однако, тщательные исследования показали, что снотворные подавляют не только парадокальный, но также и глубокий медленный сон. Наиболее частым и выраженным этот эффект подавления глубокого медленного сна оказывается после приема бензодиазепинов. Однако, в отличие от парадоксального сна, прекращение приема бензодиазепинов не приводит к резкой отдаче глубокого медленного сна; вместо этого происходит его постепенное возвращение к фоновому уровню.

В моей собственной лаборатории используется метод спектрального анализа ЭЭГ, описанный в гл. 2, для тщательного изучения действия различных бензодиазепинов. Рис. 13 показывает, как действует однократная доза такого вещества на ЭЭГ. Записи взяты из исследования, в котором испытуемый принимал в течение двух последовательных вечеров один раз плацебо и один раз распространенное

и эффективное бензодиазепиновое снотворное (флюнитразепам, 2 мг).

Регистрация показала, что в ночь после приема лекарства происходило резкое снижение пиков амплитуды медленноволновой активности (в диапазоне 1—9 Гц) на ЭЭГ, соответствующей глубокому медленному сну. С другой стороны, пики амплитуды более высоких частот в ЭЭГ (в диапазоне 9—14 Гц) возрастали. Наконец, видно, что в диапазоне наиболее высоких частот в ЭЭГ (14—25 Гц) возникали пики в периоды парадоксального сна в ночь

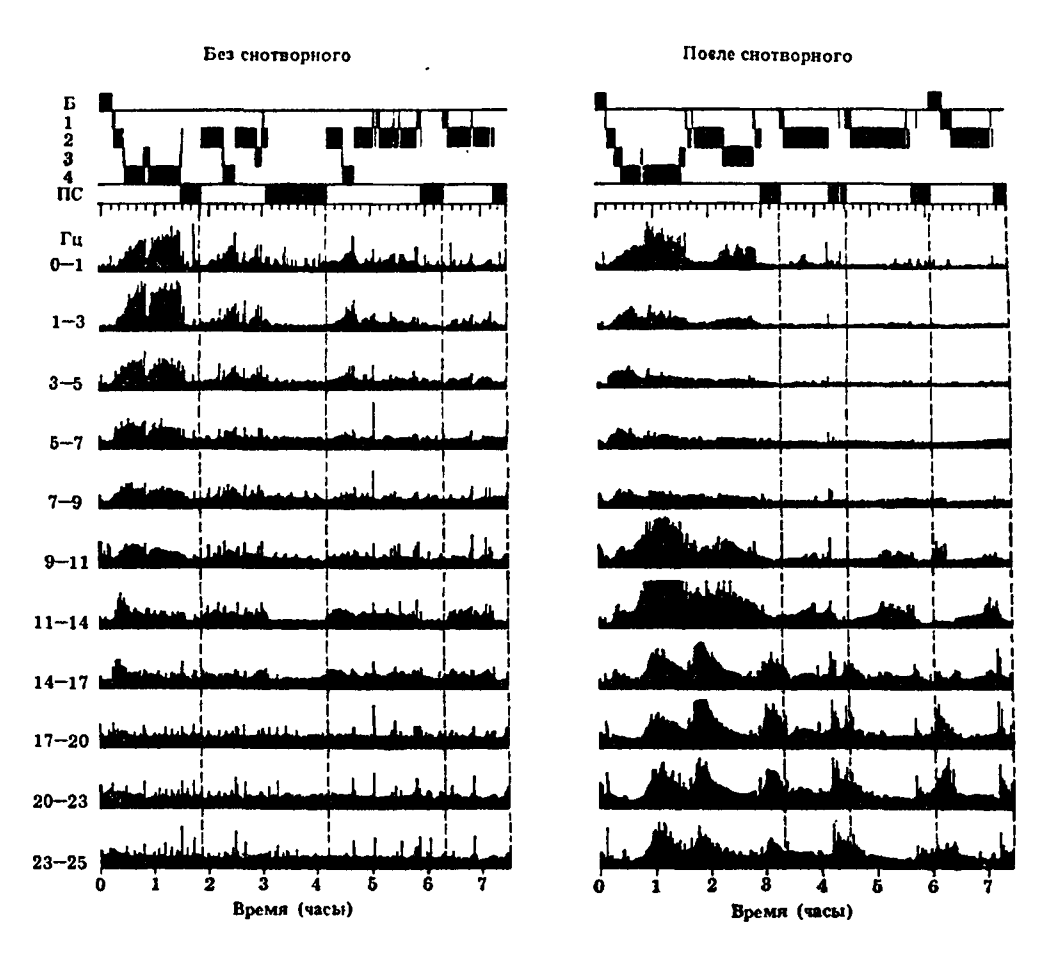



*Рис. 13.* Стадии сна и спектры ЭЭГ. Снотворные влияют на электрическую активность мозга во сне. Как и на рис. 5, сверху представлен профиль сна (диаграмма), а под ней — спектры ЭЭГ. Представлены записи сна в течение двух разных ночей у одного и того же испытуемого. Слева — нормальный сон (без приема лекарств), справа — после приема снотворного. Видно, что препарат подавляет медленноволновую активность в ЭЭГ и увеличивает активность в диапазоне средних и относительно высоких частот. В парадоксальном сне появляется патологическая активность в высокочастотном диапазоне. Спектральный анализ позволяет выявить такие изменения в работе мозга, которые не видны при анализе диаграмм сна

после приема лекарства, но они отсутствовали в ночь после плацебо. Поразительно, что столь значительные различия между двумя записями ЭЭГ едва заметны, если рассматривать обычный профиль сна — диаграмму, представленную в верхней части рис. 13. Причина в том, что критерии, выработанные для оценки стадий сна, основаны на анализе естественного сна, без всякого приема лекарств. В то же время отклонения в нормальной ЭЭГ, вызванные снотворным, оказывают только ограниченный эффект на стадии сна. Лишь спектральный анализ ЭЭГ способен выявить такие отклонения со всей определенностью. Очевидно, таким образом, что современные снотворные оказывают влияние на ЭЭГ-признаки естественного сна, хотя ученые и расходятся в мнении о том, как это следует интерпретировать.

## Последействие снотворных

В идеале снотворное должно улучшать сон ночью, но не оказывать влияния на организм на следующий день. Однако пока, к сожалению, это не так. Недавно мы изучали последействие нескольких широко распространенных бензодиазепиновых снотворных. Мы давали их нашим испытуемым перед сном в виде капсул. Из 12 человек, которые приняли одно из этих лекарств с большим периодом полужизни, 10 испытуемых жаловались на повышенную сонливость на следующее утро, сохраняющуюся до полудня. Было нарушено выполнение психологических тестов. В одном из них испытуемым предлагали перепечатать текст, представлявший собой последовательность бессмысленных слов, за 20 мин. и сделать при этом как можно меньше ошибок. Если накануне они принимали снотворное, ошибок было больше. Другой тест также подтвердил, что снотворные нарушают психологическое состояние человека на следующий день после вечернего приема. Хотя в обычной обстановке такое последействие кажется незначительным, оно может стать весьма важным, если необходимо выполнить задачу, которая требует высокого уровня концентрации внимания. Так как успокоительный эффект таких лекарств сохраняется, то пациенты в иных случаях могут и не осознавать, что они несколько более вялы, чем в норме, и таким образом переоценивать свои способности. Так, например, в Финляндии анализ крови у водителей,

попавших в дорожные происшествия, выявил бензодиазепины у многих из них. Последействия бензодиазепинов отмечаются не только на следующий день, но даже и на следующую ночь. С помощью спектрального анализа ЭЭГ мы смогли недавно показать, что эффект однократной дозы снотворного на ЭЭГ во время сна прослеживается и на следующую ночь, свободную от приема лекарств.

Несколько лет назад был впервые описан другой вид последействия. Он называется «отдача бессонницы» и отмечается в тех случаях, когда происходит внезапное прекращение приема снотворного с коротким периодом полужизни, в результате чего нарушается сон. Похоже, что мозг как-то адаптируется к снотворному, которое принимается в течение длительного времени; когда прием прекращается, то вследствие возникающей лекарственной зависимости на несколько ночей сон становится более нарушенным и поверхностным. К сожалению, когда такое происходит, пациент обычно вновь возвращается к лекарству, чтобы улучшить ночной сон, и таким образом, зависимость сохраняется. Для того чтобы избежать неприятного последействия в виде «отдачи бессонницы», необходимо проводить постепенное уменьшение дозы привычного снотворного.

С возрастом люди начинают больше нервничать из-за плохого сна, и потребление снотворных увеличивается. Однако в пожилом возрасте побочные реакции и последействия таких лекарств также сильнее выражены: могут возникать головокружения, спутанность сознания, потеря памяти. Такие явления могут ошибочно быть приняты за сенильную (старческую) симптоматику. Следовательно, необходима особая осторожность, когда снотворные назначаются пожилым.

## Как действуют снотворные?

Случайное открытие новых лекарств — типичное явление в фармакологии. Редко случалось, чтобы такие открытия возникали в результате целенаправленных научных поисков. Снотворные — не исключение. Поэтому основное действие и побочные эффекты большинства известных снотворных изучены довольно хорошо, однако механизмы их воздействия практически не известны. Однако одно сравнительно недавнее открытие породило определенные надежды в этом отношении. Речь идет о том, что в 1977 г.

группа исследователей из Швейцарии и Дании показала, что бензодиазепины связываются со специфическими участками мембран нервных клеток (рецепторами). Это явилось вдохновляющим достижением, поскольку несколькими годами ранее был обнаружен механизм связывания опиатов (таких, как морфин и героин) в мозге, что привело к открытию эндогенных опиатов. Эндогенные опиаты — это вещества, снимающие боль, которые вырабатываются самим организмом; они называются эндорфинами и энкефалинами. Не будет натяжкой предположить, что существуют такие же эндогенные вещества, которые связываются с бензодиазепиновым рецептором и, таким образом, действуют как естественные успокоители и снотворные. Однако, несмотря на все усилия, поиск таких веществ до сих пор был безуспешным. Тем не менее эти исследования были не напрасными, так как недавно оказалось возможным синтезировать такие вещества, которые действительно связываются с бензодиазепиновыми рецепторами, хотя и не вызывают никакого заметного биологического эффекта. Они называются антагонистами бензодиазепина; при введении больным они быстро оказывают противодействие эффектам снотворных. Быть может, однажды эти новые вещества дадут возможность создать такой комбинированный препарат, у которого время действия бензодиазепинового снотворного будет строго ограничено одной ночью. Пока же еще слишком рано предсказывать, как эти интересные новые вещества будут применяться в медицине.

## «Натуральные» лекарства для нарушения сна

До сих пор наш разговор ограничивался лекарствами, которые приобретаются в аптеке по рецепту врача. Однако существует множество природных средств от бессонницы, а также таких препаратов, которые отпускаются без рецепта. Так, долгое время были популярны в качестве домашних средств различные растительные настойки. В ряде стран Европы среди наиболее распространенных средств этого типа препараты корня валерианы, но, несмотря на популярность этого средства, его эффективность редко подвергалась тщательному изучению. Недавно Питер Литвуд, исследователь, работающий в Швейцарии, изучал, может ли водный экстракт валерианы воздействовать на сон. Работа была выполнена на 128 испытуемых с исполь-

зованием двойного слепого контроля. Перед сном они принимали капсулы, содержащие либо экстракт валерианы, либо плацебо. Результаты опроса испытуемых показали, что валериановые капсулы и в самом деле сокращали латентность сна. Они также улучшали качество сна. Результаты были особенно выраженными у тех испытуемых, которые всегда жаловались на плохой сон. Хотелось бы увидеть подтверждение этих результатов в дальнейших исследованиях, а также более тщательно изучить зависимость эффекта от доз. Важно также выделить из экстракта активные вещества; в настоящее время мы занимаемся этими проблемами в сотрудничестве с Гизелой Бальдерер, фармацевтом-исследователем.

Последние несколько лет было много разговоров о L-триптофане. Это аминокислота (составная часть белков), содержащаяся в обычной пище в количестве 0,5—2 г дневного рациона. В некоторых исследованиях было показано, что L-триптофан обладает снотворным эффектом, но в других работах это не подтвердилось. В настоящее время можно сделать только заключение, что если это вещество и обладает снотворным эффектом, то лишь очень слабым. Высказывалось предположение, что этот снотворный эффект хорошо проявляется у некоторых больных с хроническими нарушениями сна после повторных приемов. И на самом деле нельзя исключить, что какие-то группы населения могут реагировать на L-триптофан. Однако, судя по

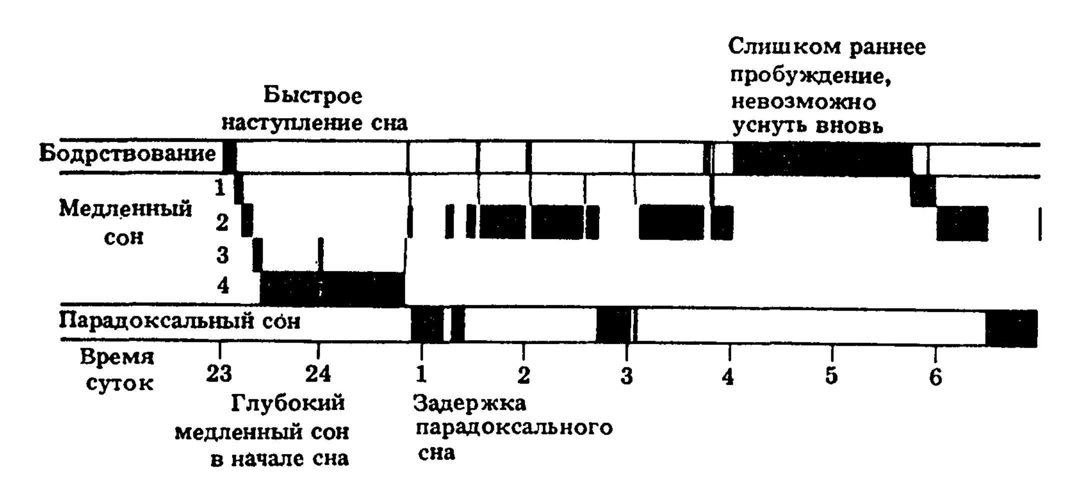



*Рис. 14.* Диаграмма сна после приема алкоголя. Алкоголь — плохое снотворное. Это диаграмма сна испытуемого, который выпил пол-литра красного вина. Видно, что быстро заснул, но проснулся в 4 часа утра и не мог уснуть до 6 часов. Парадоксальный сон наступил с задержкой. Наутро отмечались неприятные симптомы последействия (похмелье)

имеющимся данным, триптофан не является эффективным и надежным снотворным.

Среди домашних средств от бессонницы самыми известными являются алкогольные напитки. Хотя серьезные научные данные в целом не подтверждают снотворных свойств алкоголя, многим, действительно, рюмочка перед сном помогает легче заснуть. Однако проблема заключается в том, что небольшие дозы спиртного оказывают слишком слабый эффект при серьезных расстройствах сна, а бóльшие дозы хотя и действуют сильнее, но только в первую половину ночи. На рис. 14 показана «отдача бессонницы» в утренние часы после приема алкоголя. Американский врач Хард еще в 1891 г. писал: «К сожалению, сон, вызванный алкоголем, обычно очень короток; пациент просыпается через несколько часов, не чувствуя себя отдохнувшим, и больше не может заснуть до самого утра». Кроме того, после приема этого «лекарства» часто возникают общеизвестные симптомы похмелья.

Разные растительные снадобья, изготовленные по рецептам народной медицины, иногда превозносятся как якобы природные лекарства, вызывающие естественный сон, в отличие от веществ, созданных искусственно в химических лабораториях. Все эти рассуждения основаны, скорее, на желаемом, чем на действительном знании, подкрепленном научными аргументами. При обсуждении таких вопросов необходимо иметь в виду, что вещества растительного происхождения вовсе не обязательно вызывают только положительные эффекты. Они могут также обладать и опасными побочными свойствами, и различные примеры, такие, как канцерогенный эффект никотина табака, достаточно известны. Необходимо иметь научные подтверждения того, как действуют эти растительные вещества, отвечающие таким же строгим требованиям, какие предъявляются к синтетическим препаратам.

В завершение нашего разговора давайте опять вернемся к аптечным снотворным. Риск их применения, побочные эффекты и последействие мы обсудили весьма детально, поскольку на эти вещи часто не обращают внимания или недооценивают их как профессиональные медики, так и их пациенты. Люди склонны забывать, что снотворные являются сильнодействующими средствами, влияющими не только на регуляцию сна, но и на другие функции мозга. Поэтому их нельзя применять от случая к случаю, а только тогда, когда для этого действительно имеются соответст-

вующие показания. Однако и в этих случаях необходимо придерживаться минимальной дозы и по возможности самого короткого курса приема. Показано, что эффективность снотворных падает с удлинением курса. Тем не менее, несмотря на необходимость соблюдать осторожность и на наличие нежелательных побочных эффектов, внедрение бензодиазепинов в клиническую практику, несомненно, явилось одним из крупнейших достижений современной медицины.

# Глава шестая
# „Я не сомкнул глаз всю ночь“ — бессонница и расстройства сна и бодрствования

## Бессонница — болезнь века?

Фрау М. 56 лет, и она давно страдает бессонницей. Ложится она часов в 11 и не может уснуть целый час или даже два, а в голове вертятся события дня и все прочие проблемы: конфликты на работе, огромный счет от зубного врача, который придется вскоре оплатить, болезнь матери... Она не может расслабиться, тщетно размышляя обо всем этом, и сон не идет. Каждый вечер, когда фрау М. ложится в постель, она со страхом думает о том, что опять не заснет. Ее будильник звонит в 6.30 утра. Она должна вставать, хотя чувствует себя разбитой и измученной. Днем она не может сосредоточиться на работе; она стала ворчливой, вспыльчивой и нервной. Она часто думает: «Мне бы только несколько ночей хорошего сна, и я стала бы другим человеком». Она уже пробовала разные средства от бессонницы. Вначале она принимала те пилюли, что доктор прописал. От них она действительно быстро засыпала, но на следующий день чувствовала себя утомленной и появлялись какие-то неприятные «лекарственные» ощущения вроде оглушенности. Однажды она даже заснула в автобусе по дороге на работу. Через некоторое время снотворное потеряло свою эффективность, и она попыталась обойтись без него. Но как только она прекратила прием, бессонница стала еще сильнее, чем до лечения. Теперь она мучается в постели без сна до трех часов ночи, затем засыпает, но вскоре вновь просыпается.

Фрау М. не одинока со своими проблемами. Миллионы людей вечер за вечером напрасно ждут прихода освежающего сна. Опрос, проведенный среди людей среднего возраста в Швейцарии, показал, что более половины из них страдают от бессонницы, по крайней мере изредка. 7% мужчин и 12% женщин ответили, что они почти каждую ночь плохо спят. Эти данные полностью совпадают с опросами, проводившимися в других странах. Проводившийся в Америке опрос показал, что 6% взрослых так сильно стра-

дают от бессонницы, что даже обращались по этому поводу к врачу. В половине из этих случаев врачи прописали снотворные.

Во всех таких опросах обращают на себя внимание две вещи: во-первых, расстройства сна чаще встречаются среди женщин, чем среди мужчин; во-вторых, они учащаются с возрастом. При этом возникают в основном три проблемы, которые могут встречаться как порознь, так и вместе. Наиболее часты жалобы на трудности при засыпании; такие больные, как фрау М., могут часами мучиться, пытаясь уснуть. Они мечутся и вертятся, слышат бой часов и не могут уснуть. Другая форма нарушений сна — это частые ночные пробуждения. У этих больных сон слишком поверхностный и они часто просыпаются. Правда, обычно они вслед за этим быстро засыпают снова, но и тогда вдруг просыпаются среди ночи и не могут уснуть. Третья проблема — это ранние пробуждения, когда человек просыпается часа в 4 утра и больше не может уснуть.

Когда сон такого больного регистрируется в лаборатории, то с помощью методов, описанных в гл. 2, можно объективно подтвердить существование нарушений сна I ти-

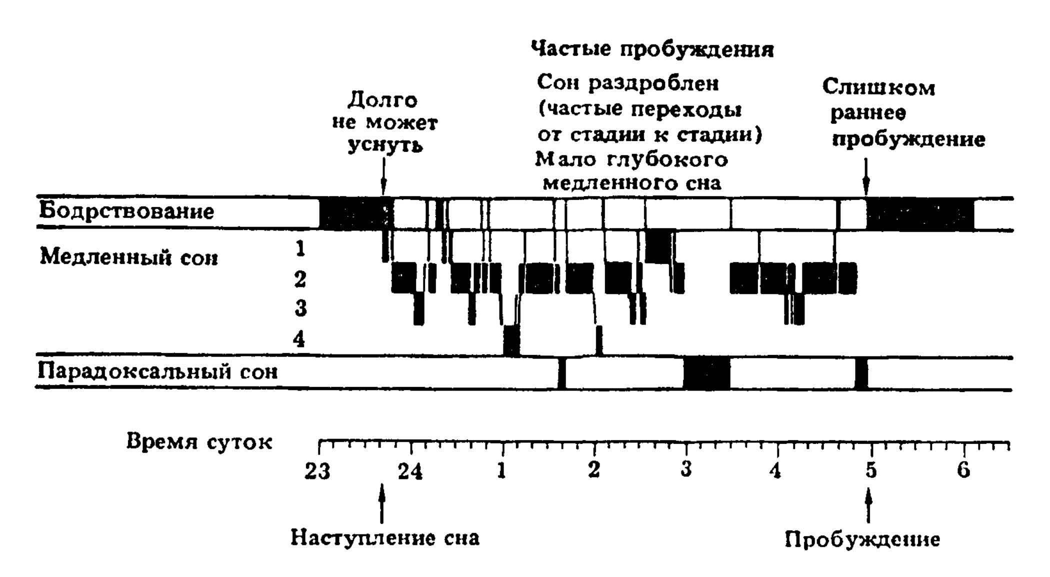



*Рис. 15.* Расстройство сна. Представлен случай, когда у больного нарушены оба процесса — и засыпание, и поддержание сна. Как видно из графика сна, вначале больной не мог уснуть в течение 40 мин после того, как лег в постель, затем неоднократно просыпался в течение ночи и, наконец, проснулся в 5 часов утра и больше не засыпал. Можно заметить, кроме этого, что процент глубокого медленного сна (стадии *3* и *4*) слишком мал, а также, что сон слишком раздроблен (часты переходы из одной стадии в другую)

па (затруднения при засыпании), а также II и III типов (трудности поддержания сна). Действительно, оказывается, что одни слишком долго не засыпают, у других сон часто прерывается, а у третьих он слишком короткий (рис. 15). Интересно, что заявления типа : «Я не сомкнул глаз всю ночь», как правило, нельзя воспринимать буквально: лабораторные записи показывают, что на самом деле эти люди хоть несколько часов за ночь, да спят. Часто переоценивают время до начала сна. Например, в одном обширном исследовании больные бессонницей заявили, что им требуется в среднем более часа, чтобы уснуть, в то время как записи показали, что они засыпают менее чем через полчаса. Можно ли заключить из этих обследований, что больные с расстройствами сна — на самом деле симулянты и все их симптомы просто выдуманы?

Такое заключение было бы ошибочным. Жалобы на плохой сон связаны с субъективными ощущениями, как и жалобы на боль, например, и бессмысленно искать объективные показатели, чтобы опровергнуть эти ощущения. Если предъявляются жалобы на плохой сон, то они должны восприниматься серьезно, даже если их и не удается измерить или объективно подтвердить.

Различия между субъективным и объективным качеством сна поднимают один исключительно интересный вопрос, хотя мы и не имеем пока удовлетворительного ответа на него, а именно: какие факторы ответственны за чувство отдыха, свежести после хорошего сна? Похоже, что эти ощущения очень субъективны. В противном случае трудно объяснить, почему одни люди вполне удовлетворены своим сном, хотя записи показывают, что этот сон короткий и с частыми пробуждениями, а другие жалуются на плохой сон, хотя объективные признаки нарушений сна отсутствуют. Будет сделан большой шаг вперед, когда удастся показать связь между объективно регистрируемыми параметрами (такими, как определенные рисунки на ЭЭГ) и субъективными ощущениями хорошего или плохого сна, однако до сих пор все попытки такого рода оставались безуспешными.

Существует определенная вероятность того, что люди с расстройствами сна представляют собой особую группу населения с повышенной чувствительностью к собственному сну; они могут более резко и негативно реагировать на любую нехватку сна, чем другие люди. В соответствии с одной гипотезой, в организме таких людей функциональ-

ная активность сохраняется повышенной даже после засыпания, вследствие чего объективно наступающий сон не осознается ими как таковой. Наиболее яркий пример таких людей — это больные с депрессией или тревогой, у которых бессонница может быть симптомом психологических нарушений более общего характера.

Таким образом, причины нарушений сна весьма различны. В швейцарском исследовании, о котором уже говорилось, наиболее частой причиной опрошенные называли невозможность выкинуть мысли из головы. Например, одна девушка не могла уснуть, потому что все время думала о проблемах, связанных с ее молодым человеком; фрау М. продолжали беспокоить конфликты на работе, финансовые проблемы и здоровье матери. Бизнесмены, у которых работа очень напряженная, не могут «отключиться» и ложатся спать, думая о предстоящем совещании. Испытывая крайнее утомление, они тем не менее не могут уснуть. Иногда сон не приходит не из-за тревоги, а из-за радостного ожидания. Например, моя восьмилетняя дочь накануне дня своего рождения внезапно в полночь появилась в гостиной и заявила, что она не может уснуть: «Я так жду завтрашнего утра!»

В других случаях сон может нарушаться из-за болезни: больной не может заснуть из-за болей, хотя он особенно нуждается в этом «бальзаме». Кроме этого, тяжелый кашель или затрудненное дыхание может вызывать частые ночные пробуждения.

У здоровых людей сон часто нарушается из-за внешних причин. У горожан это обычно уличный шум, если окна спальни неудачно расположены. В упоминавшемся выше швейцарском исследовании наиболее частой причиной регулярно возникающих расстройств сна назывался шум от автомобилей и самолетов. Увы, для многих в сегодняшнем мире ночная тишина стала недоступной роскошью...

Наконец, нужно указать на погоду как на фактор, способствующий бессоннице, хотя эти два явления и не всегда легко связать. Упоминавшееся швейцарское исследование показало, что фён и резкие изменения погоды*

---

* Фён — это особое погодное явление в Северной Швейцарии и Южной Германии; оно возникает, когда южные ветры из Италии пробивают зону высокого давления над верхней границей Альп. Внезапное изменение атмосферного давления вызывает у многих людей головные боли, невозможность сосредоточиться и нарушения кровообращения. Так как

являются второй из наиболее частых причин непостоянных расстройств сна. Показано, что как очень низкое, так и очень высокое атмосферное давление вызывает дневную сонливость у людей. К сожалению, наши знания относительно связи погоды и сна недостаточны. В частности, не известно, почему одни столь чувствительны к изменениям погоды, а другие их вообще не замечают.

Многие читатели могут подтвердить на собственном опыте, что они лучше спят в привычной обстановке у себя дома. Непривычная кровать в гостинице и странный шум — причины плохого сна. В лаборатории испытуемые в первую ночь обычно плохо спят. Они долго не засыпают, первый эпизод парадоксального сна задерживается, имеют место частые короткие пробуждения. По этой причине первая ночь всегда рассматривается как адаптационная, необходимая для того, чтобы испытуемый привык к новой для него обстановке в лаборатории по изучению сна, и в эту ночь запись никогда не проводится.

Ночной сон зависит также и от того, как вы провели предшествующие вечерние часы. Нежелательными являются значительные физические и умственные нагрузки перед сном, а также обильная пища, особенно если она принимается вместе с алкоголем, кофе и никотином. Важно также, в какое время человек отправляется спать, но это мы обсудим подробнее в главе о биологических ритмах.

До сих пор мы имели дело со случаями, когда причины бессонницы достаточно очевидны. Однако часто плохой сон не связан с какими-то определенными причинами. Особенно часто это встречается у пожилых, которые теряют способность спать несколько часов подряд без пробуждений. По мере старения сон явно становится все более фрагментарным и прерывистым.

Когда больные жалуются на серьезные нарушения сна неясной природы, то врач прежде всего должен выяснить, не лежат ли в основе какие-то психологические проблемы. Бессонница — часто первый признак депрессии, которая может быть скрытой и потому трудно распознаваемой. У таких больных лечение должно быть направлено на основное заболевание, а не только на симптом бессонницы. Связь

---

фён обычно приносит с собой итальянскую погоду — яркое солнце, синее небо, теплый воздух после серых и дождливых дней, вызванных циклоном, вторгшимся из Северной Европы, то те люди, которые не чувствительны к колебаниям погоды, не могут понять, чем, собственно, недовольны их знакомые-метеопаты.— *Прим. авт.*

между сном и депрессией будет рассматриваться еще раз в другом контексте в гл. 11 и 12. Кроме депрессии, другие виды психологических и психических нарушений, а также разные виды зависимости (в том числе алкоголизм) часто сочетаются с бессонницей.

## Способы улучшения сна

Что же делать тем, у кого плохой сон? Обращаться к врачу или попробовать обойтись домашними средствами? Неужели единственное решение проблемы — это снотворные? А может, существуют другие выходы из положения? Вредит ли бессонница здоровью? Вот некоторые из вопросов, которые вновь и вновь задают исследователям сна. Попытаемся вначале ответить на последний вопрос. Бывает, человек зафиксируется на том, что он плохо спал последнюю ночь или две, и уже беспокоится о своем здоровье. Такие опасения беспочвенны. Любой человек может вспомнить случаи, когда он плохо спал, никакого особого лечения здесь не требуется, и нет никаких свидетельств того, что преходящие периоды бессонницы оказывают какое-то вредное влияние на общее состояние или здоровье человека. Однако если бессонница становится более тяжелой или наступает чаще, то необходимо поискать возможные причины. Быть может, появились какие-то проблемы, которые не удается выбросить из головы? Быть может, личная жизнь или работа создает такую нагрузку, которая оказывает отрицательное воздействие на сон? Быть может, есть какие-то обязанности или сложные задачи, которыми приходится заниматься в вечерние часы, в результате чего нерешенные проблемы всю ночь крутятся и крутятся в голове? Быть может, нарушение сна связано с чрезмерным курением по вечерам?

Иногда удается значительно улучшить сон, всего лишь следуя правилам гигиены сна.

1. **Придерживайтесь режима.** Сон является частью суточного биологического ритма (см. гл. 11) и поэтому должен занимать одну и ту же фазу в каждом цикле. Нерегулярные часы сна могут оказать отрицательное воздействие на сон.

2. **Вечерние часы — время для отдыха и расслабления.** Значительные физические и психические нагрузки в вечерние часы ухудшают последующий сон. В эти часы следует избегать также тяжелой и обильной пищи.

3. **Не спите днем.** Если вы плохо спите ночью, то ни в коем случае не отсыпайтесь днем, чтобы к вечеру потребность во сне не снижалась.

4. **Долой кофеин, алкоголь и никотин!** Напитки, содержащие кофеин (кофе, чай, кока-кола), и интенсивное курение оказывают стимулирующий эффект на нервную систему, и вечером их надо избегать. Некоторым стаканчик вина или пива помогает заснуть, но большие дозы алкоголя нарушают сон.

5. **Создайте себе хорошую обстановку для сна.** Хорошо отдыхать в тихой, затемненной комнате, где воздух свежий и не слишком жарко. Кровать должна быть достаточно широкой, чтобы во сне можно было двигаться и переворачиваться. Многие предпочитают спать на плоском и не слишком мягком матраце.

Уже выполнение этих простых правил само по себе может улучшить качество сна. Однако если сохраняются ночные пробуждения, то можно посоветовать встать и заняться чем-нибудь, например чтением или вязанием, вместо того, чтобы валяться в постели. В случае серьезной и длительной бессонницы необходимо обратиться к врачу.

Для лучшего засыпания рекомендуются различные упражнения и способы расслабления. Их применение основано на предположении, что многие нарушения сна возникают из-за избыточной активации организма, которая выражается в виде чрезмерного мышечного напряжения, учащенного пульса, небольшого повышения температуры тела. Такое предположение, однако, не имеет под собой достаточных доказательств, так как причинно-следственные взаимоотношения между активацией организма и бессонницей пока не установлены.

Техника релаксации (расслабления) направлена на снижение избыточной активности функций организма. Одна из наиболее распространенных форм этого вида терапии — аутогенная тренировка, методика обучения концентрировать внимание на вызываемом ощущении тяжести и тепла в руках, что приводит к спокойному расслаблению всей мускулатуры. Имеются и другие сходные методы: «прогрессирующая релаксация» и «обучение с обратной связью через ЭМГ». Последний метод заключается в регистрации электрической активности скелетных мышц (ЭМГ — это электромиограмма) и демонстрации ее интенсивности самому испытуемому с помощью динамика (отсюда и термин «обратная связь»). Испытуемый обучается держать в те-

чение длительного времени динамик в молчащем состоянии и таким образом развивает способность к расслаблению. Хотя лечение этими методами некоторых больных и было успешным, они помогают не при всех видах бессонницы. То же самое справедливо и для психотерапии, которая направлена на разрешение конфликтов, лежащих в основе расстройства сна. Определение эффективности таких видов терапии, которые исключают применение лекарств, при лечении расстройств сна — трудная задача, так как причины бессонницы разнообразны, а найти объективные критерии результатов лечения не так-то просто. Сделать какое-то общее заключение относительно преимущества этих методов пока невозможно. Хотя, конечно, все они обладают одним несомненным достоинством, а именно тем, что эти методы свободны от риска или побочных эффектов применения лекарственной терапии. Другой положительный фактор — это то обстоятельство, что эти методы психотерапии как бы подстегивают больного, стимулируют его активно относиться к собственным проблемам и самому их решать, а не ждать пассивно помощи откуда-то извне. Ведь лечение снотворными практически не требует проявления инициативы со стороны больного: глотай лекарство и жди, пока оно подействует. Больной принимает лекарства каждый вечер и постепенно приходит к убеждению, что без снотворного ему не уснуть. Такой удобный «фармакологический костыль» приводит к лекарственной зависимости, так как больной и не пытается сам разобраться в причинах своей бессонницы. Необходимо вновь подчеркнуть, что снотворное — не средство лечения, а лишь средство для временного облегчения страданий. Как и в случае болей, медикаментозная помощь рассматривается лишь в качестве первого шага, за которым должно следовать комплексное лечение истинного заболевания пациента.

## Снохождение (сомнамбулизм)

Лунатик, балансирующий на крыше или карнизе с закрытыми глазами и растопыренными руками,— излюбленный объект карикатуристов. Множество мифов создано вокруг этого состояния, которое, казалось бы, парадоксальным образом сочетает признаки бодрствования и сна. Долгое время считалось, что сомнамбула (лунатик) видит сон и выполняет то, что ему снится, однако недавно проведенные

исследования этого не подтвердили. Лабораторные записи показали, что снохождение возникает на фоне глубокого медленного сна (стадии *3* и *4*), когда сновидения редки. Если эпизод снохождения короткий, то глубокий медленный сон сохраняется; если же длинный, то появляются ЭЭГ-признаки бодрствования или дремоты. Выраженность и длительность таких эпизодов значительно варьирует. В самом легком случае человек только садится на кровати, бормочет несколько слов, обычно нечленораздельных, и немедленно засыпает снова. Если эпизод более длинный, то сомнамбула встает, ходит по комнате и может даже одеться, все проделывается с каменным лицом, глаза обычно открыты. Сомнамбула все видит, так как обходит мебель и другие препятствия, может давать односложные ответы на простые вопросы, зачастую снова укладывается спать уже совсем в другом месте, например в ванной, и утром очень удивляется, не в силах понять, как он туда попал.

Существует распространенное заблуждение, что у лунатика повышенное ощущение опасности. Наоборот, несчастные случаи очень часты, и риск получить травму в этом состоянии весьма велик. Бывает, что сомнамбулы вываливаются из окон, ошибочно принимая их за двери. Зная об этом, люди, за которыми такое водится, сами принимают меры предосторожности перед сном: ставят возле кровати таз с холодной водой или привязываются веревкой к кровати; один конец — вокруг талии, другой — к спинке. К сожалению, даже и такие жесткие меры не всегда срабатывают, так как сомнамбула обходит таз с водой и даже может развязать веревку не просыпаясь. Снохождение чаще встречается среди детей; можно даже вызвать такой приступ, если во время глубокого медленного сна осторожно поднять ребенка и поставить его на ноги. Причина снохождения неизвестна, но так как эта форма нарушения сна встречается в определенных семьях, то наследственная предрасположенность весьма вероятна. Обычно приступы снохождения проходят сами по себе, когда ребенок вырастает.

В определенном смысле можно сказать, что снохождение противоположно сновидениям. Когда мы видим сны, то погружаемся в яркий и насыщенный красками мир, в котором происходят всякие фантастические события, однако в это время, за исключением коротких мышечных подергиваний и быстрых движений глаз, никаких движений

быть не может, так как тонус мышц полностью исчезает. Сомнамбула же, наоборот, передвигается, как в бодрствовании, но при этом находится в сумеречном состоянии без сновидений, которое вообще не фиксируется в его памяти. Существование двух, крайних явлений — снохождения и сновидений — показывает, что сон — это не одно состояние, а, скорее, целый набор различных состояний, среди которых есть и глубокое погружение во внутренний мир, и демонстрация как бы в бодрствовании внешней активности.

## Нарколепсия и гиперсомния

Нарколепсия — это нарушение бодрствования, характеризующееся дневными приступами непреодолимого сна. Это редкое заболевание, тем не менее общее число нарколептиков в мире довольно значительно. (В США, например, их предположительно около 100 тыс.) Нарколепсия также встречается в определенных семьях, так что и для этого заболевания весьма вероятна наследственная предрасположенность.

Давайте рассмотрим случай, описанный американским исследователем сна Питером Хаури. 36-летний фермер Р., начиная с 17-летнего возраста, ежедневно имеет по три приступа сна продолжительностью 10—15 мин. каждый. Его друзья воспринимают эти странные периоды дневной сонливости как проявления лени, но у Р. есть еще одна особенность: каждый раз, когда он сердится на своих детей, собираясь их отругать или наказать, он внезапно ощущает слабость в коленях и резко садится или даже валится на пол. Сам Р. решил, что у него какие-то психические нарушения, и обратился за помощью к психотерапевту. Его исследовали в клинической лаборатории сна и записали дневной сон. Оказалось, что Р. впадает в парадоксальный сон непосредственно из бодрствования, что у здоровых людей случается чрезвычайно редко. Это наблюдение в сопоставлении с историей болезни Р. подтвердило диагноз нарколепсии, и больной получил успешное медикаментозное лечение.

Самый удивительный симптом нарколепсии — это неудержимое засыпание, возникающее несколько раз в день. После короткого сна больной просыпается, чувствуя себя свежим и бодрым. У таких больных не только бодрствование, но и ночной сон серьезно нарушен. На рис. 16 пока-

заны периоды активности и покоя у здорового испытуемого и нарколептика, записанные в течение месяца. Эти записи были получены в совместном исследовании с доктором Альбертом Веттштейном из неврологической клиники

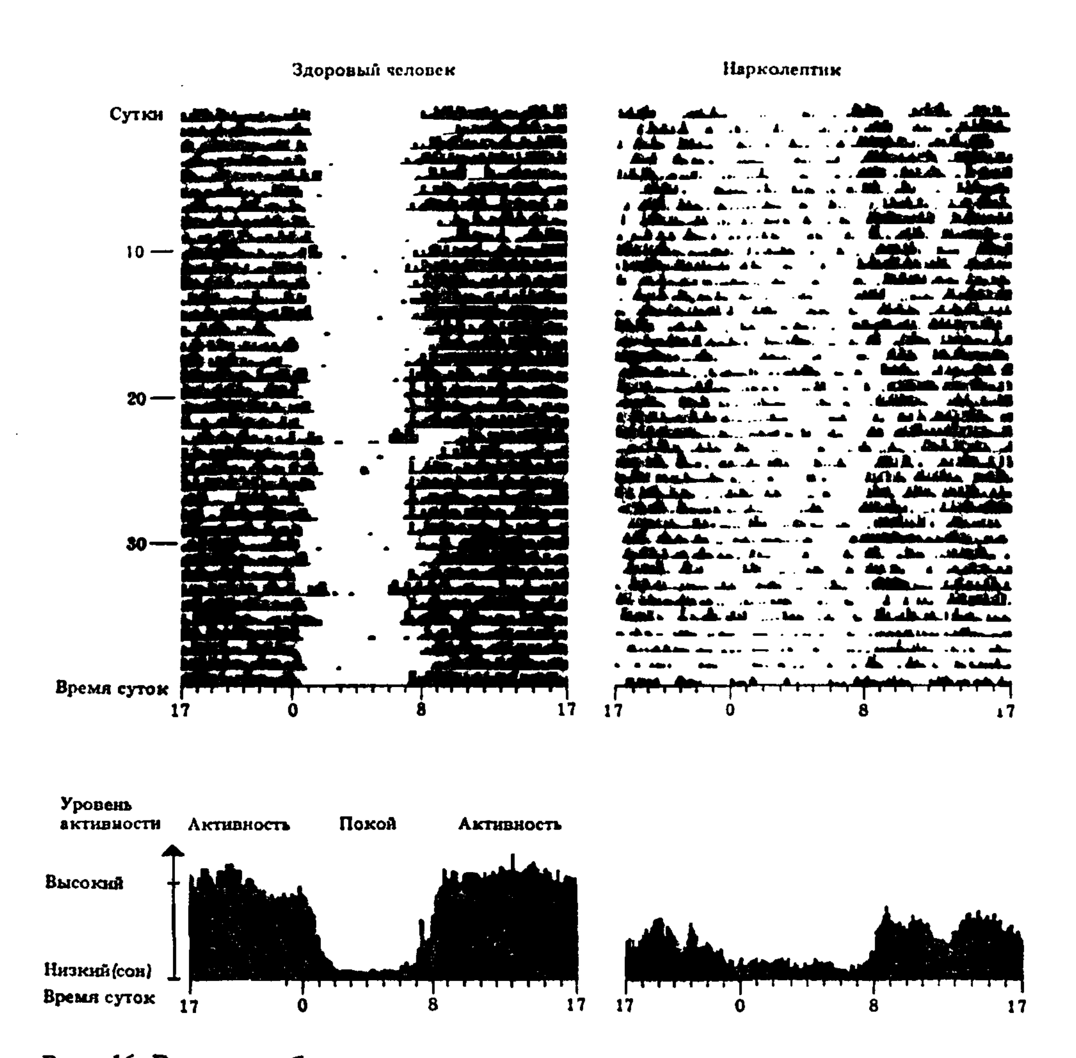



*Рис. 16.* Ритм «покоя — активности» у нарколептика и здорового человека. Нарколептики страдают от приступов неудержимого сна днем и расстроенного ночью. Ритм «покоя — активности» у нарколептика и у здорового испытуемого регистрировали постоянно в течение месяца. Каждая горизонтальная линия соответствует одним суткам (с 5 часов вечера до 5 часов вечера следующего дня). Запись идет сверху вниз. У нарколептика активность во время бодрствования часто прерывается короткими эпизодами сна. А по ночам, наоборот, отмечается необычно высокий уровень активности (движений) вследствие плохого сна. У нарколептика нет сильного различия между дневным и ночным уровнем активности; у здорового же человека видны четкие границы между периодами покоя и активности. Тот же феномен представлен на нижнем графике, изображающем усредненную кривую за весь период записи (из исследования, выполненного совместно с д-ром А. Веттштейном)

цюрихской университетской больницы; на них хорошо видны частые эпизоды сна днем и плохой сон ночью у нарколептика. Четкие границы между фазами покоя и активности явны у здорового испытуемого, но не у нарколептика.

Нарколептические приступы сна могут возникать в самые неподходящие моменты, например во время еды или во время езды на велосипеде и даже во время полового сношения. Это может привести к определенным трудностям во взаимоотношениях больного с другими людьми, особенно когда, как в случае с Р., нарушение поведения воспринимается не как болезнь, а как порок. Приступы сна могут сопровождаться, хотя и не обязательно, и другими симптомами. Как показывает история с Р., может возникать внезапная мышечная слабость (катаплексия — так ее называют в медицине). В типичном случае такая слабость возникает при сильных эмоциональных переживаниях, таких, как гнев, плач, хохот. Стоит рассказать анекдот при нарколептике, как колени у него подгибаются и он валится на землю. Он остается в сознании и через несколько секунд может сам подняться.

У здоровых людей тоже иногда возникает ощущение «слабости в коленях» от испуга или от дурных новостей. Похоже, что эта нормальная реакция патологически усилена у нарколептиков. Другое явление, которое проявляется в слабой форме у здоровых людей, но чрезвычайно выражено у нарколептиков,— это «сонный паралич». Больные не могут двигаться, независимо от того, находятся они в начале приступа или на выходе из него; они чувствуют себя парализованными в течение некоторого периода (от нескольких секунд до нескольких минут), сопровождающегося сильным чувством тревоги. От внешнего прикосновения этот симптом может исчезнуть. Часто нарколептики сообщают о необычайно ярких сноподобных переживаниях, которые также иногда сочетаются с тревожными ощущениями.

Причина нарколепсии не известна. Характерные черты этих приступов засыпания и сопутствующие симптомы свидетельствуют о нарушении баланса между парадоксальным сном и бодрствованием. Тот факт, что дневные приступы начинаются с парадоксального сна, внезапная потеря мышечного тонуса (катаплексия), явление сонного паралича и яркие сновидения — все это указывает на то, что у нарколептиков бодрствование недостаточно отдифференцировано от парадоксального сна. Это нарушение сна

встречается не только у людей, поскольку недавно нарколепсия была обнаружена у одной породы собак.

Давайте теперь также на примере рассмотрим другую форму нарушений сна. С. страдает от избыточной сонливости в дневное время. Когда он был ребенком, то самое трудное для него было встать утром, так что его приходилось тормошить по нескольку минут, пока он наконец просыпался. Он сам соорудил необычайно громкий будильник, так как обычный будильник не мог его разбудить. Грохот этого самодельного будильника заставлял подскакивать всю его семью и даже соседи просыпались, но С. продолжал спать. Когда наконец его подымали, он пошатывался со сна, как пьяный, и с трудом удерживался, чтобы снова не заснуть. Весь день он находился в полусонном состоянии. Он подолгу спал днем и тем не менее к вечеру не чувствовал себя отдохнувшим. История болезни этого человека подтверждает, что он страдает от избыточной потребности во сне (гиперсомнии). Причина этого расстройства сна также не известна, но вновь очевиден разбаланс систем регуляции сна — бодрствования в организме.

## Храп и нарушение дыхания во сне

БОЛЬНОЙ. «Доктор, что мне делать? Я так громко храплю, что сам себя бужу!»

ВРАЧ. «Принимайте это лекарство перед сном, а если не не поможет, то попробуйте спать в другой комнате...»

Храп — излюбленная тема для шуток и анекдотов, однако необходимость спать в одной постели с громко храпящим часто является поводом для семейных скандалов и даже разводов. Рассказывают, что один человек даже возбудил судебное дело против своей жены, обвиняя ее в нанесении телесных повреждений. В свое оправдание она сказала, что терпела невыносимо громкий храп своего мужа, сколько могла. Затем она трижды просила его повернуться на живот. Когда он не послушался, она лишь легонько стукнула его по голове полицейской дубинкой. По данным ВОЗ, в Италии 10% взрослых так храпят, что их слышно в соседней комнате. Это так называемый богатырский храп. Измерения показали, что уровень шума достигает при этом 80 дб, что соответствует грохоту

парового молота или отбойного молотка. Опросы показали, что примерно 31% мужчин и 19% женщин храпят во сне каждую ночь. Интенсивный храп возникает в глубоком медленном сне и ослабляется или исчезает в парадоксальном сне. Храп также усиливается с возрастом.

Как же возникает этот столь раздражающий звук? Как уже говорилось, после засыпания мышечное напряжение падает. Если человек лежит на спине, то его язык и нижняя челюсть слегка провисают, и этим создается препятствие для тока воздуха из носовой полости. В результате человек начинает дышать ртом. Быстрое вдыхание воздуха заставляет вибрировать ткани верхних дыхательных путей (мягкое нёбо), и эти-то колебания и воспринимаются ухом как храп. Особенно склонны храпеть люди с избыточным весом. Тучное телосложение заставляет спать на спине, а избыток жировой ткани в гортани усиливает вибрацию. Эффективный способ лечения храпа — это похудение. Иногда рекомендуется применение мячика от храпа: берется небольшой твердый шарообразный предмет, например мячик для гольфа, и подшивается сзади к пижаме, чтобы предотвратить сон на спине. В качестве средства от храпа применяются также подбородные ремешки. Недавно создан прибор «обратная связь храпящего»: он реагирует на звук храпа и будит спящего слабым электрическим раздражением.

Некоторые заболевания верхних дыхательных путей также могут быть причиной храпа: насморк, аллергия, синусит — все они нарушают дыхание. У детей тот же эффект может вызвать обширный тонзиллит. Лишь недавно было обнаружено еще одно весьма серьезное обстоятельство: иногда храп бывает симптомом заболевания, известного под названием «апноэ во сне» — задержка дыхания во сне («а-пноэ» — по-древнегречески «без дыхания»).

Апноэ во сне — это нарушение дыхания, принимающее форму периодических задержек дыхания во время сна. Может наблюдаться до нескольких сот таких задержек за ночь; каждая продолжается лишь несколько секунд, но в исключительных случаях длится до 2 мин. Когда происходит задержка дыхания, больной начинает беспокойно вертеться и биться, как в конвульсиях, но не просыпается. Когда дыхание возобновляется, оно сопровождается громким, взрывным храпом. Обычно больные с апноэ — это очень полные мужчины в возрасте свыше сорока лет; у женщин такие расстройства встречаются реже. Во время

задержки дыхания верхние дыхательные пути захлопываются и больной не может сделать вдоха. Происходит кратковременное спадение (окклюзия) стенок верхних дыхательных путей, чаще всего на уровне гортани (фарингеальной полости) из-за патологически ослабленного тонуса их мышц. Причина этого явления неизвестна, однако имеются основания полагать, что и здесь наследственные факторы играют свою роль.

Апноэ во сне имеет два основных последствия. Большинство таких больных в течение дня ощущают очень сильную сонливость, до такой степени, что обычно обращаются к врачу. Эта дневная сонливость, видимо, является следствием частых нарушений дыхания, приводящих к дефициту сна. Но кроме того, апноэ имеет и более серьезное последствие: в периоды дыхательных пауз падает уровень кислорода в крови, что может вызвать длительную кислородную недостаточность организма. Это, в свою очередь, приводит к повышению давления в малом (легочном) круге кровообращения и нарушению сердечного ритма. Как снотворное, так и алкоголь усугубляет апноэ во сне, так как еще больше подавляет дыхание. Апноэ во сне может быть причиной внезапной смерти пожилых тучных людей. К сожалению, лечить такие нарушения непросто. Положительный эффект дает снижение веса. В наиболее серьезных случаях производится операция трахеотомии (рассечение трахеи), чтобы обеспечить больному дыхание во сне.

Дыхательные паузы во сне могут возникать и у детей и, возможно, являются причиной внезапной смерти в кроватке маленьких детей (синдром внезапной смерти младенцев — сокр. англ. SIDS). И здесь мы вновь видим присутствие наследственных факторов, так как по статистике наибольшему риску подвержены родные братья и сестры жертв SIDS. Ряд исследований показал, что такие дети с большим трудом пробуждаются от медленного сна и поэтому с большей вероятностью могут стать жертвами остановки дыхания во сне. Различные группы исследователей интенсивно разрабатывают эту проблему, и можно надеяться, что причины этих трагических случаев будут вскоре вскрыты и разработаны эффективные пути их предотвращения.

Из почти 70 различных типов нарушений сна и бодрствования мы рассмотрели только несколько. Расстройства, возникающие из-за нарушений биологических ритмов (например, те, которые связаны со сменной работой),

будут рассмотрены в гл. 11. Но приведенных здесь примеров достаточно для того, чтобы осознать, что функции сна и бодрствования нельзя воспринимать как нечто само собой разумеющееся; a priori нет гарантии, что, независимо ни от чего, ваш сон всегда будет мирным, спокойным и легким или что утром вы обязательно будете чувствовать себя свежим и бодрым. Расстройства сна редко представляют угрозу для жизни, но так как они постоянно исподволь оказывают влияние на ее качество, то должны восприниматься всерьез.

# Глава седьмая
# Сон у животных

> ...Что все животные также спят, очевидно из следующего рассуждения. Определение животных основано на проявлении чувствительности, а мы полагаем, что сон есть в некотором роде обездвиживание или связывание чувствительности и что освобождение или облегчение от него есть бодрствование.
>
> *АРИСТОТЕЛЬ.*

Мы часто говорим про кого-то: «спит как сурок». Весьма удачное сравнение: животное сворачивается в норе или гнезде, ему тепло, обстановка безопасная. Что еще нужно для хорошего сна?

Но соответствует ли это реальности? Действительно ли хомяк или сурок проводит всю зиму в состоянии, сопоставимом с глубоким сном человека? Как будет видно из последнего раздела данной главы, ни истинная гибернация грызунов, ни отличная от нее зимняя спячка бурого медведя, которая не является гибернацией в строгом смысле, на самом деле не имеют сходства с обычным сном. Это только в разговоре используется сравнение между человеческим сном и сном животных; на самом же деле нельзя «очеловечивать» сон животных путем переноса на них наших собственных ощущений. Только серьёзные исследования с регистрацией стадий сна могут дать объективную информацию о том, когда и как спят животные.

## Сон у млекопитающих: лисы, крысы и слоны

Перед тем как улечься спать, лиса выбирает место, царапает землю и начинает на этом месте вертеться, сначала в одну сторону, потом в другую, так что мордой касается кончика хвоста. Таким образом она делает небольшую ямку для лежки. Однако вначале лиса садится, обвивает себя хвостом и лишь затем укладывается окончательно. При этом она сворачивается кольцом, так что нос упирается в основание хвоста. Потом она делает несколько движений головой вверх, вниз и наконец кладет морду на хвост.

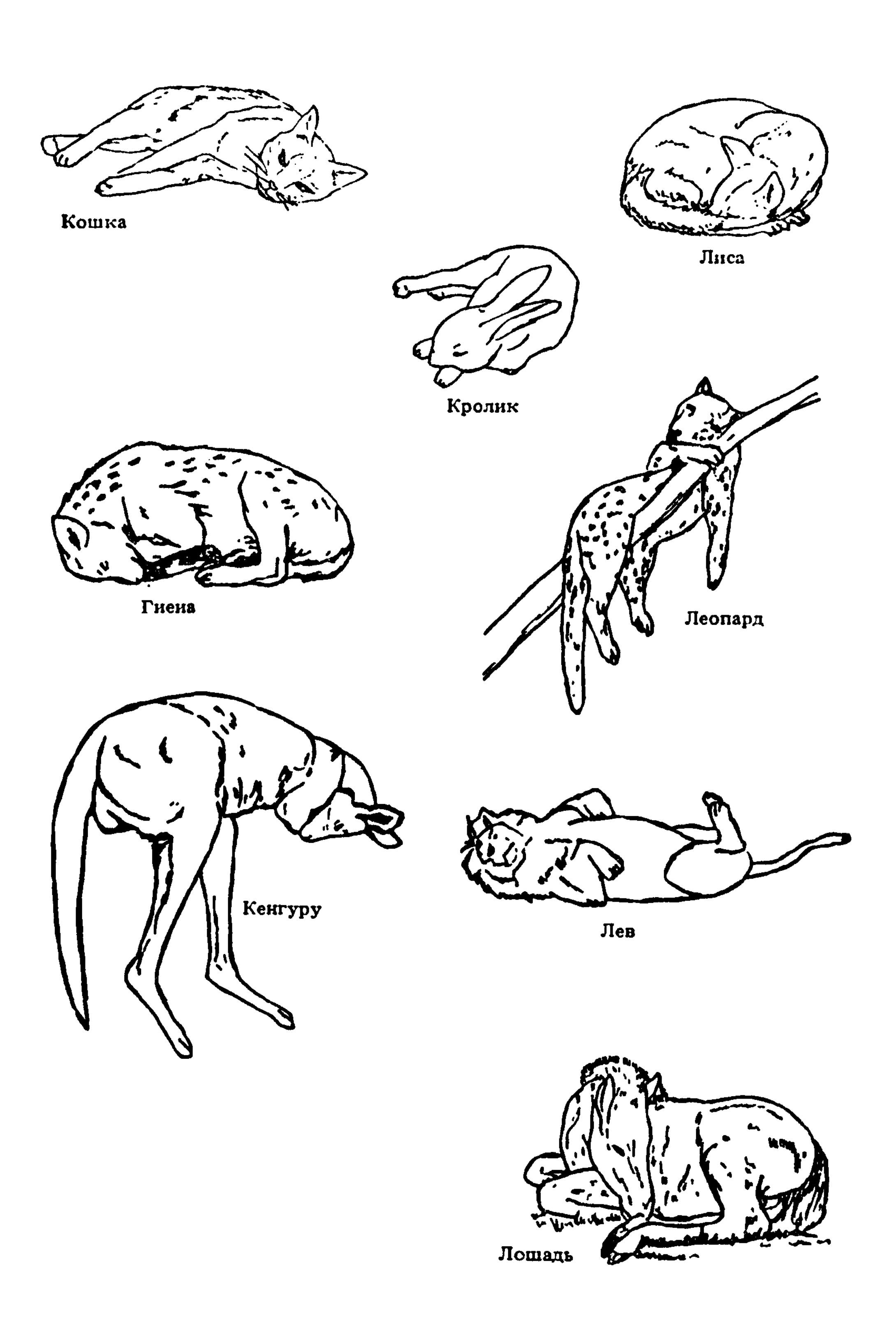



*Рис. 17*. Позы сна у животных

Этот вид сонного ритуала, как он был описан зоологом Лизелор Хассенберг, отмечается также и у многих других животных. Совершенно ясно, что животное не может просто так взять и лечь спать в любом месте; наоборот, похоже, что оно должно подготовиться ко сну путем целой серии предварительных действий. У каждого животного имеется его собственное, характерное место для сна. Например, лисы и медведи предпочитают укрытые места, норы, берлоги; самое оригинальное решение проблемы нашел тюлень-монах: в прибрежных скалах он находит такие пещеры, которые располагаются достаточно высоко, чтобы не проникала вода, но куда можно попасть только из-под воды. Там он и спит в безопасности и покое. Грызуны для сна возвращаются в свои гнезда: у хомяков это норы, у белок — дупла. Некоторые человекообразные обезьяны спят на деревьях, но каждую ночь выбирают новое место.

Известно, что некоторые птицы (например, дикая цесарка) каждый вечер возвращаются на «родное дерево», где спят в окружении своей стаи.

Животные, как и люди, предпочитают определенные позы для сна, некоторые из них показаны на рис. 17. Кошки спят на боку, растянувшись или свернувшись. Кенгуру также спят на боку, тогда как другие животные любят спать на животе (кролик, лиса, лошадь). Гиена, показанная на рисунке, спит мордой вниз, свернувшись в клубок; львы относятся к тем редким животным, которые предпочитают спать на спине. Кролики и медведи также иногда во сне переворачиваются на спину. Леопард показан спящим верхом на ветке со свисающими вниз лапами. Но самая удивительная поза у летучих мышей, которые спят, зацепившись ногами и повиснув вниз головой. Таким образом, внешние наблюдения показывают, что разные животные принимают различные характерные позы для поведенческого сна (покоя)[2]. Однако соответствуют ли эти периоды поведенческого покоя тем физиологическим стадиям сна, которые были описаны для человека?

Для ответа на этот вопрос вновь необходимо произвести запись электрической активности головного мозга (электроэнцефалограмма — ЭЭГ). Как и у человека, ЭЭГ животного можно зарегистрировать с помощью металлических электродов, закрепленных на черепе или расположенных на поверхности мозга. На рис. 18 показаны электрические волны, возникающие в мозге и мышцах у лабораторной белой кры-

сы во время бодрствования и сна, а также различные стадии сна. Характерные рисунки этой активности у крысы и человека очень похожи. Когда крыса бодрствует, ЭЭГ-волны имеют небольшую амплитуду и сравнительно высокую частоту, кроме того, часто возникает характерный регулярный ритм с частотой примерно 7 циклов в секунду (тета-ритм). Электрическая активность мышц (электромиограмма — ЭМГ), напротив, имеет высокую амплитуду, что отражает относительно высокий тонус произвольной мускулатуры. После того как крыса засыпает, мышцы расслабляются. Во время медленного сна на ЭЭГ видны большие волны неправильной формы, тогда как в парадоксальном сне ЭЭГ, как и в бодрствовании, имеет небольшую амплитуду, относительно высокую частоту и весьма хорошо выражен тета-ритм. Парадоксальный сон характеризуется не только быстрыми движениями глаз, но также и спорадическими подергиваниями усов и лап. Стадии медленного и парадоксального сна удалось записать почти у всех млекопитающих, исследованных к настоящему времени[3], за двумя лишь исключениями: австралийской ехидны (древнейшего яйцекладущего млекопитающего) и дельфинов (млекопитающих, обитающих в воде и обладающих целым

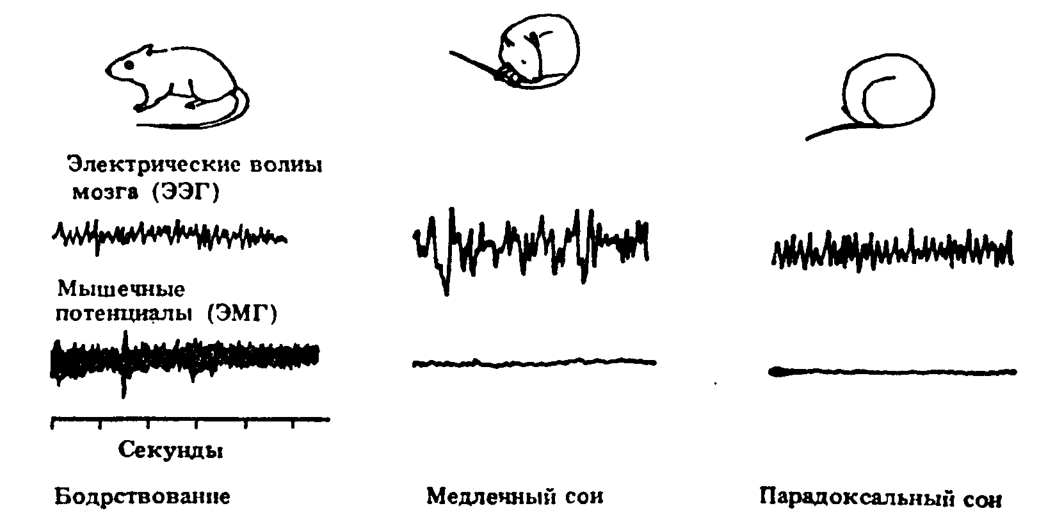



*Рис. 18.* Стадии сна у млекопитающих. У всех млекопитающих можно выделить стадии бодрствования и стадии сна по записям электрической активности головного мозга и мышц. На ЭЭГ крысы видны мелкие быстрые волны во время бодрствования и парадоксального сна и большие медленные волны во время медленного сна. Мышечное напряжение шеи крысы резко падает во сне. Кроме того, в парадоксальном сне возникают быстрые движения глаз. (Надписи сверху вниз, слева направо: электрическая активность головного мозга (ЭЭГ), электрическая активность мышц (ЭМГ), время (секунды), медленный сон, парадоксальный сон)

рядом уникальных особенностей). У этих животных не удалось обнаружить стадии парадоксального сна[4]. Таким образом, для большинства млекопитающих типичным является наличие, как у человека, двух фаз сна, сопровождаемых характерными изменениями рисунков ЭЭГ.

Давайте вернемся к белой крысе и рассмотрим внимательнее ее сон. Крыса — ночное животное и спит по большей части днем. Круглосуточные записи показывают, что крыса спит примерно 12 ч, из них 10 ч — медленным сном и 2 ч — парадоксальным сном. Но крыса не спит непрырывно весь день, как человек ночью, а более 2 ч проводит в бодрствовании. Такой сон, часто прерываемый периодами бодрствования, называется полифазическим и характерен для многих животных. Обычно одиночный эпизод сна длится всего несколько минут, а затем следует короткий период бодрствования. У животных, так же как у человека, сон начинается с медленноволновой фазы и затем переходит в парадоксальную. Так как у крысы каждый цикл медленный — парадоксальный сон, или просто цикл сна, длится только около 10 мин, то и каждая одиночная стадия также намного короче, чем у человека.

Соотношение общего времени сна и бодрствования у разных млекопитающих сильно варьирует, можно обнаружить и коротко-, и долгоспящих среди них. Например, летучая мышь спит 20 ч в сутки, опоссум —18—19, броненосец —17—18— это типичные представители долгоспящих. Наоборот, лошадь, осел, корова, овца, коза спят только 3—4 ч в сутки[5]. Непосредственной связи между общим количеством сна и количеством парадоксального сна не прослеживается. Так, лошадь спит только 3 ч в день, но более 25% времени сна занимает парадоксальный сон; крот спит намного больше —8—9 ч в сутки, но парадоксальный сон у него занимает те же 25%, а мышь спит целых 13 ч, но парадоксального сна у нее только 10%. Тем не менее можно вывести некоторую общую закономерность. Во-первых, как у животных, так и у человека продолжительность парадоксального сна высока непосредственно после рождения, но быстро падает по мере созревания. Например, новорожденные крысята проводят в парадоксальном сне 72% времени всего сна, а взрослые крысы — только 15 — 20%. Аналогичное явление имеет место и у кошек. У морских свинок детеныши рождаются зрелыми, и потому процент парадоксального сна у них сразу после рождения намного ниже, чем у крысят и котят. Ясно, таким об-

разом, что высокий процент парадоксального сна на ранних стадиях жизни связан со степенью зрелости нервной системы. Необходимо, правда, отметить, что провести различия между стадиями сна у новорожденных животных гораздо труднее, чем у взрослых.

Проведены многочисленные исследования по сравнению характеристик сна у разных животных в попытках найти их связь с другими физиологическими или поведенческими особенностями. Такие сравнительные исследования дали интересные результаты относительно связи между сном и метаболизмом (уровнем обмена веществ). Мелкие животные, которые в целом имеют высокий уровень метаболизма и короткую продолжительность жизни, спят больше, чем крупные животные с низким уровнем метаболизма и высокой продолжительностью жизни (броненосец, например, живет несколько лет, а лошадь может дожить до 46-летнего возраста). Кроме того, у мелких животных с небольшой массой мозга и высоким уровнем метаболизма цикл медленный сон — парадоксальный сон короче, чем у крупных животных. Этот цикл сна составляет 10 мин у крысы, 30 мин у кошки, 1,5 ч — у человека и, судя по поведенческим наблюдениям, около 2 ч у слона. Несколько упрощая, можно сказать, что короткая интенсивная жизнь идет рука об руку с долгим сном и коротким циклом сна. Как всегда, имеется масса исключений из этого правила[6].

Давайте отложим эти довольно отвлеченные рассуждения и вернемся к конкретным примерам, попытавшись подойти к объекту нашего внимания — сну животных — под другим углом зрения. Копытные животные, такие, как коровы, лошади, овцы, свиньи, проводят много времени в состоянии дремоты, которое не может рассматриваться как собственно сон. Например, корова спит только 4 ч в сутки, но еще 8 ч дремлет лежа с поднятой головой и шеей. В это время ЭЭГ коровы содержит оба типа электрической активности: как быстрые волны, характерные для бодрствования, так и медленные волны, типичные для медленного сна. Жвачка происходит в основном на фоне дремоты и даже может продолжаться в медленном сне. На самом деле у многих животных граница между сном и бодрствованием не такая уж четкая. На примере коров также хорошо видно влияние окружающей среды на стадии сна. Французский исследователь Ив Рукебюш показал, что корова, находящаяся на стойловом содержании, проводит в

парадоксальном сне 40 мин в сутки, при круглосуточном выпасе — только 20 мин. По возвращении в коровник после 5 недель выпаса парадоксальный сон временно возрастает до 110 мин в сутки, а затем постепенно снижается до нормальной квоты в 40 мин. Похоже, что пастбищное содержание вызывает дефицит парадоксального сна, который компенсируется в последующие дни.

В заключение рассмотрим особую группу животных, высокоспециализированных для жизни в воде. В Черном море живут крупные дельфины — афалины. Регистрация ЭЭГ у этих животных выявила поразительный феномен: во время эпизодов сна, которые обычно длятся 30—40 мин, в одном полушарии отмечается ЭЭГ, типичная для медленного сна, а в другом в это время ЭЭГ типична для бодрствования (рис. 19). Через некоторое время полушария меняются ролями: та половинка мозга, которая перед этим бодрствовала, теперь отсыпается, а другая «бдит». Глубокий медленный сон в обоих полушариях одновременно у дельфинов никогда не наблюдается[7]. Значение этого странного чередующегося «разделения труда» между полушариями не вполне понятно. Ясно только, что электрографические картины, характерные для медленного сна, у этого животного не захватывают весь мозг сразу, как у других млекопитающих, а лишь одну его половинку[8].

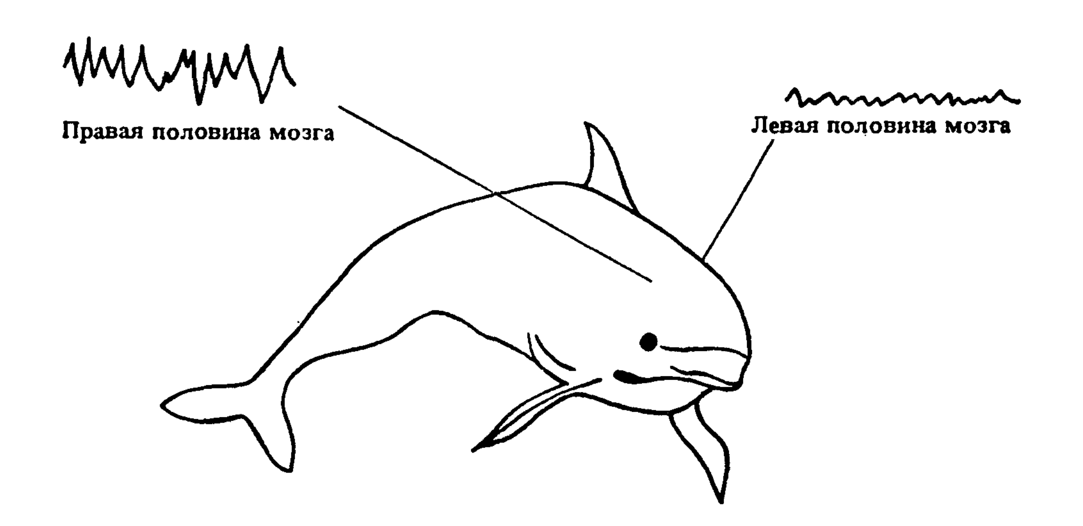



*Рис. 19*. Сон у дельфина. Правая и левая половины мозга дельфина спят по очереди

## Происхождение сна

На рис. 20 представлено «генеалогическое древо», иллюстрирующее эволюцию жизни на Земле. Согласно современным представлениям, в отдаленные геологические эпохи появились одноклеточные организмы, от которых потом произошли многоклеточные формы жизни. Можно ли предположить, что аналогичное развитие — от простого к сложному — претерпел и физиологический сон? Лучший способ разобраться в этой проблеме — это не начинать с самой верхушки дерева, а взглянуть вначале на тот класс животных, которые «отпочковались» от общего ствола еще до млекопитающих.

Возьмем птиц. У них совершенно очевидны признаки не только поведенческого, но и физиологического сна с теми же рисунками ЭЭГ, которые характерны для млекопитающих. Голубь, например, спит в среднем почти 10 ч в сутки; из них 40 мин он проводит в парадоксальном сне, но каждый эпизод парадоксального сна длится только несколько секунд. В парадоксальном сне голубь демонстрирует как типичный для этого состояния рисунок ЭЭГ, так и быстрые движения глаз. Однако мышечное расслабление, сопровождающее парадоксальный сон у млекопитающих, у большинства птиц отсутствует. Только у гусей обнаружено почти полное исчезновение тонуса шейных мышц. Английский зоолог Деннис Лендрем опубликовал поведенческие наблюдения, из которых следует, что голубь во сне время от времени открывает глаза, вероятно, чтобы обнаружить приближение хищника. Если голубь спит в стае, то он открывает глаза реже, что можно объяснить тем, что все члены стаи выполняют задачу наблюдения и предупреждения об опасности. Одна птица может предупредить всех других, и поэтому в стае каждая птица может спать более спокойным сном, чем поодиночке. Это явление называют коллективным сном.

Другая загадка связана с миграциями птиц. Во время перелетов некоторые виды летят над океанами по нескольку дней кряду и не имеют места для отдыха. Остается открытым вопрос: то ли они всё это время вообще не спят, то ли они приспособились спать во время полета или парения? От ответа на этот вопрос зависит общий вывод о том, является ли сон жизненно необходимым для высокоорганизованных животных.

Класс пресмыкающихся считается эволюционным

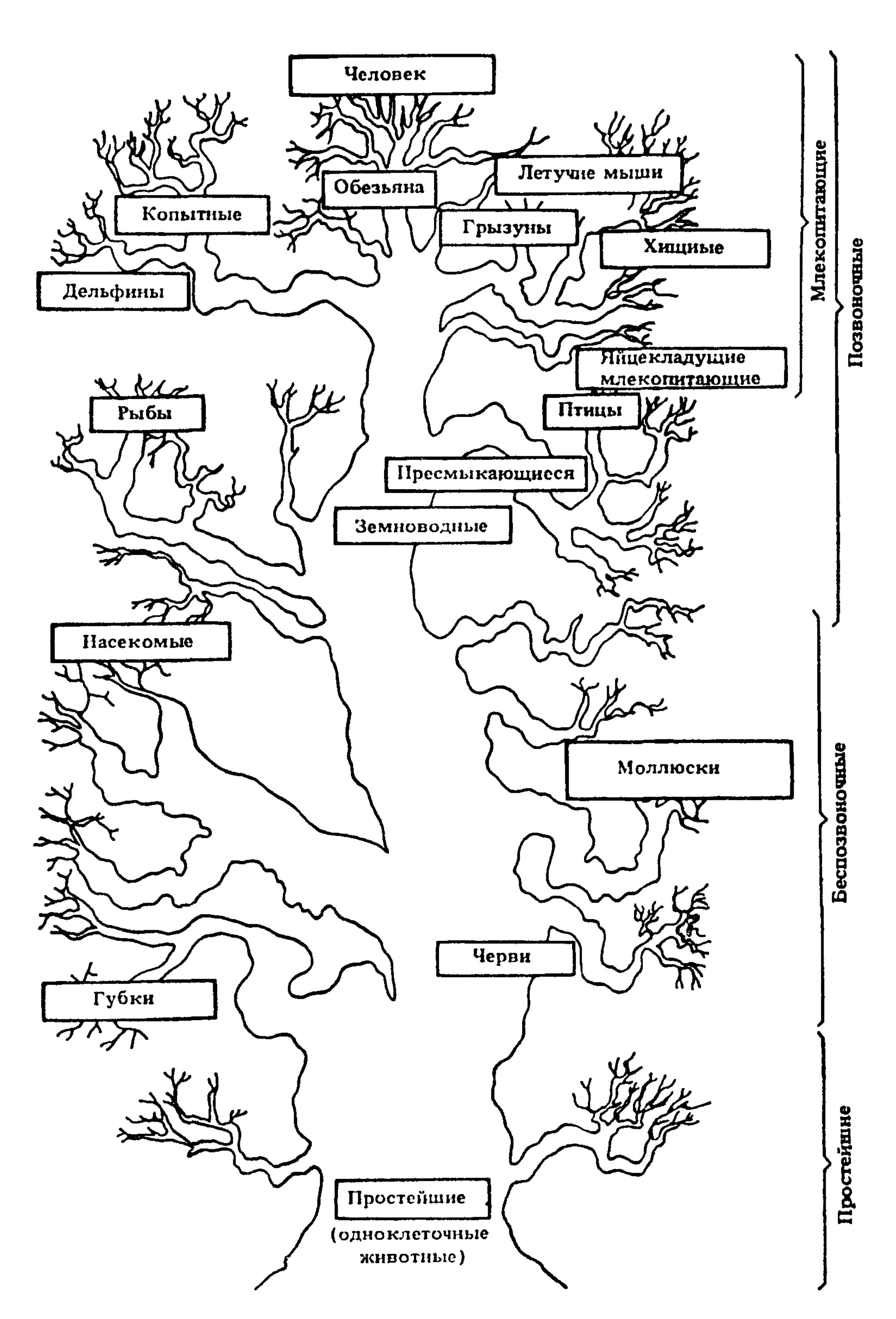



*Рис. 20.* Эволюционное древо мира животных

предшественником птиц. Американский исследователь сна Эдвард Таубер представил следующее описание поведенческого сна у хамелеонов: «...обычно перед заходом солнца животное неподвижно сидит на ветке, свернув хвост кольцом; однако можно видеть постоянные независимые сканирующие широкоамплитудные движения обоих глаз. В этом состоянии, непосредственно предшествующем поведенческому сну, ящерица не только не ловит насекомых, но даже не обращает внимания на тех сверчков, которые садятся ей прямо на тело. Голова и живот прижаты к ветке, а лапы с когтями свободно расставлены, в отличие от бодрствования, когда они крепко схватывают ветку. Круглые веки закрыты, а глаза немного втянуты. Если его не будить, то животное обычно сохраняет эту позу до утра».

Из этого примера видно, что рептилии могут демонстрировать явные признаки поведенческого сна. Однако в тех немногих исследованиях, в которых записывали электрическую активность их мозга, полученные рисунки отличались от тех, которые характерны для птиц и зверей. Обычных стадий сна различить у пресмыкающихся невозможно. То же самое можно сказать про земноводных, к которым относятся лягушки и жабы. Так как амфибии длительное время бывают неподвижными даже во время очевидного бодрствования, то прямые наблюдения за поведением ничего не дают. Кроме того, трудно отличить сон от оцепенения — летаргии, в которую впадают холоднокровные (к которым относятся земноводные и пресмыкающиеся) при низких температурах.

Гораздо легче наблюдать поведенческий сон у рыб. Некоторые их виды подыскивают, как млекопитающие, подходящее место для сна и принимают характерную позу. В этом состоянии рыбы реагируют не на обычные внешние стимулы, а только на очень сильные. Интересная особенность у рыбы-попугая: перед сном она выделяет много слизи, формирует из нее особую оболочку и затем прячется внутри нее. Можно, наверное, заключить, что в том или ином виде сон присущ всем позвоночным.

Чтобы разобраться с более древними беспозвоночными, давайте опять возьмем конкретный пример. Аплизия — это моллюск, гигантская морская улитка; его изучал американский ученый Феликс Струмвассер. В аквариуме днем это животное плавает вокруг в поисках пищи. Вечером аплизия уплывает в угол и замирает, ночью можно за-

метить только спорадические движения головы и антенн. Утром с появлением света моллюск «просыпается» и начинает очередной период активности.

Другой пример беспозвоночного — это мотылек, который не может непрерывно порхать и периодически де-

Активность Покой Активность

Сутки

1

6

12

0 12 24

Время (часы)

1

6

12

0 12 24

а

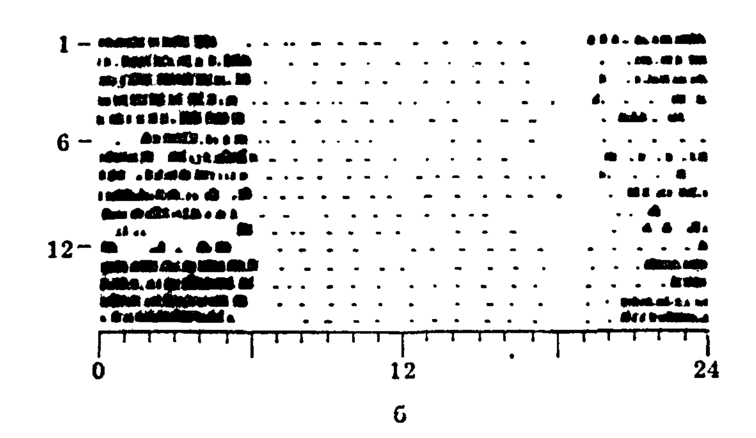



*Рис. 21.* Ритм «активность — покой» у крысы, человека и мухи. Ритмы «покоя — активности» аналогичны. Периоды активности представлены черными горизонтальными линиями, а периоды покоя — белыми промежутками между ними. Крысы активны ночью, а человек и муха — днем

монстрирует короткие фазы покоя. По мере чередования этих фаз требуются все более сильные стимулы для того, чтобы пробудить это животное. Кроме того, похоже, что имеется связь между принимаемой мотыльком позой и глубиной его сна. В самом глубоком сне он укладывает антенны на спину и закрывает их крыльями, и даже если прикоснуться к крыльям кисточкой, то мотылек не реагирует. Эти два примера показывают, что у беспозвоночных также имеются фазы неподвижности, похожие на сон.

Если проводить длительную регистрацию чередования фаз активности и покоя, то у большинства животных четко проявляется 24-часовая ритмика. Как показано на рис. 21, ритм покоя (белые промежутки) и активности (черные линии) у человека, крысы и мухи весьма схож, только активность наступает в разное время суток. Рис. 22 дает пример из мира растений: бобовые также демонстрируют явную 24-часовую периодичность по положению листьев. В дневные часы листья приподняты, а в темноте они опускаются. Как мы увидим далее, такая суточная ритмичность зависит не только от циклических изменений в окружающей среде, таких, как чередование светлого и темного периода суток, называемых немецким термином zeitgebers — цайтгеберы (запускающие отсчет времени), но и от своего рода «внутренних часов» в организме. Мы больше не будем касаться проблемы двигательных реакций у растений; достаточно сказать, что имеется какая-то связь между суточными ритмами и сном. В мире животных процессы с суточной периодичностью встречаются на всех уровнях, включая простейшие одноклеточные формы жизни. Вполне справедливо предположение, что этот 24-часовой ритм «покоя — активности» является эволюционным пред-

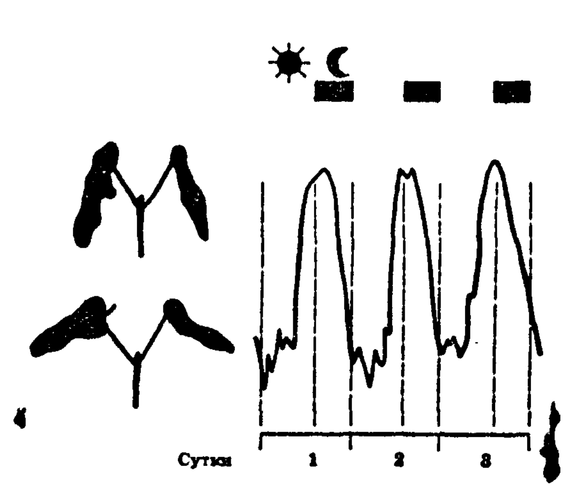



*Рис. 22.* Суточный ритм у растения (бобовые). Диаграмма иллюстрирует движения листьев у бобового в течение трех дней. Пики на кривой соответствуют опущенным листьям, а минимумы — поднятым. Черные штрихи сверху указывают периоды темноты

шественником цикла «сон — бодрствование». Внутрисуточные периоды покоя, возникающие в определенные фазы суточного ритма у простых организмов, могут соответствовать периодам сна у высших позвоночных. Мы еще будем рассматривать этот вопрос (сон как часть биологического ритма) в одной из последующих глав и увидим, что ритмический характер сна — особо важный аспект его регуляции.

## Сон как регулируемый процесс

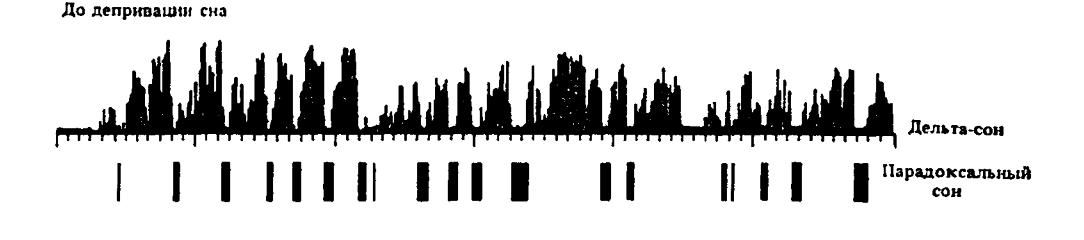
Как мы видим из предыдущей главы, по мере продвижения вниз по эволюционному древу ко все более простым организмам становится все труднее говорить о наличии или отсутствии истинного физиологического сна с присущими ему стадиями. Причина этого заключается, по крайней мере отчасти, в том, что строение мозга низших животных сильно отличается от мозга млекопитающих, так что невозможно сравнивать электрическую активность, регистрируемую в мозгу различных организмов. Даже у простых организмов можно наблюдать сноподобное поведение, но нельзя сказать с определенностью, соответствует ли это поведение настоящему сну. Чтобы выяснить этот вопрос, необходимо не только дать описание сна, но и рассмотреть его динамику или функциональные аспекты. Важнейшим методом такого анализа служит депривация (лишение) сна.

Если под таким углом зрения рассматривать сон крысы, то становится очвидным, что он характеризуется последовательностью стадий медленного и парадоксального сна (рис. 23, верхняя часть). Мы применили спектральный анализ для выявления доли медленных волн (что соответствует наиболее глубоким стадиями медленного сна) во всем медленном сне. Пики дельта-волн в записи соответствуют глубокому медленному сну у крысы или стадиям 3 и 4 медленного сна человека. Провалы между пиками соответствуют периодам парадоксального сна и бодрствования, когда медленные волны отсутствуют. Эпизоды парадоксального сна отмечены темными полосками под показателем дельта-волн. Если не давать крысе спать в течение суток, то происходит увеличение и дельта-волн, и парадоксального сна. Высокие пики дельта-волн в записи показывают, что в ЭЭГ присутствуют особенно большие медленные волны. Эпизоды парадоксального сна после его депривации становятся и более частыми, и более длинными. Следова-

тельно, принудительное удлинение времени бодрствования приводит к усилению выраженности и медленного и парадоксального сна.

Другие животные реагируют на лишение сна подобным же образом. Как будет видно из дальнейшего изложения, эта закономерность справедлива и для человека. Следовательно, сон зависит от длительности предшествующего бодрствования. «Потеря» сна явно должна быть скомпенсирована при первой же возможности. Если длительность и выраженность сна управляются регуляторными механизмами, то эту особенность можно использовать при изучении сноподобных состояний у простых организмов.

Сотрудница Ирен Тоблер занималась этой проблемой и выбрала в качестве объекта исследования тараканов, поскольку у них хорошо выражен суточный ритм «покой — активность». Целью исследования было выяснить, есть ли у этого животного какой-либо сноподобный процесс. Вначале в течение нескольких суток регистрировали нормальный ритм «активности — покоя». Тараканы, как известно, ста-



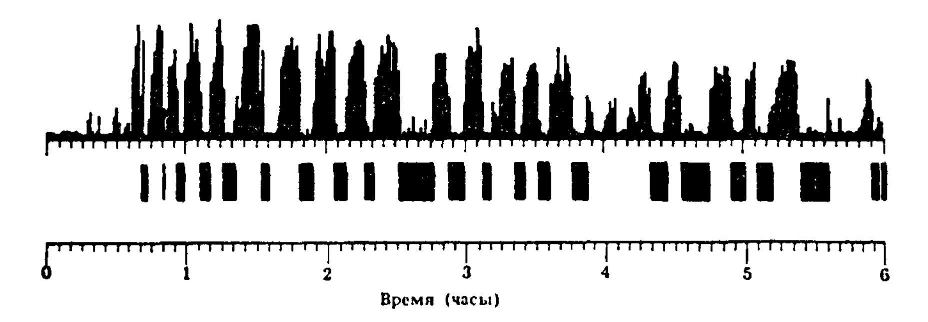




*Рис. 23.* Депривация сна у крысы. Депривация сна у крыс вызывает (после ее прекращения) увеличение глубокого медленного сна с преобладанием дельта-волн и увеличение частоты и длительности эпизодов парадоксального сна. На рисунке показаны спектральные кривые медленных волн ЭЭГ (1—4 Гц — дельта-волны) до и после 24-часовой депривации. Эпизоды парадоксального сна показаны в виде черных штрихов под спектральными кривыми, они занимают промежутки между пиками дельта-волн.

новятся активными с наступлением темноты. Собственно экспериментальная часть началась тогда, когда тараканов стали раздражать внешними стимулами в течение 3 ч в фазе покоя. Последствием этой «депривации покоя» явилось снижение активности в ночные часы, следующие за периодом раздражения, реакция, соответствующая восстановлению сна у млекопитающих после его лишения. Чтобы быть уверенными, что результаты этих опытов не были вызваны только утомлением животных, эксперимент продолжили и животных раздражали только чуть-чуть. Было обнаружено удлинение фазы покоя даже после такого минимального воздействия.

Вышеописанные эксперименты явились первой попыткой выявить эволюционную природу сна с точки зрения его регуляции. Результаты подтверждают, что сон или состояние, его напоминающее, появляется в эволюции намного раньше, чем это было принято полагать[9].

## Гибернация (зимняя спячка)

Зима является испытанием для многих животных. Перелетные птицы преодолевают огромные расстояния, чтобы попасть в теплые края, но млекопитающие не могут покинуть мест с холодным климатом. Некоторые из них приспособились к смене времен года, изменяя обмен веществ. Они впадают в сноподобное состояние, до минимума снижая дыхание и кровообращение. Температура тела падает почти до нуля, а общий обмен составляет только 10—15% нормы. Такая выраженная форма зимней спячки — гибернация — встречается у броненосцев, летучих мышей, сусликов, сурков, хомячков, сонь. В состоянии зимней спячки животные существуют за счет жировых запасов в организме, которые постепенно расходуются. Другие животные, включая бéлок, луговых собачек и бурых медведей, обладают способностью впадать в некое промежуточное состояние, называемое поверхностным оцепенением, или торпором, в отличие от глубокого оцепенения, характерного для истинной гибернации (зимней спячки); в этом состоянии температура тела, дыхание и пульс снижаются лишь до уровня, типичного для нормального сна. Большинство таких животных прячутся в своих гнездах или норах и поддерживают существование за счет как жировых запасов, так и запасов пищи, например орехов.

Первое детальное исследование взаимосвязи между

сном и зимней спячкой было выполнено сравнительно недавно. Результаты показали, что вхождение в спячку осуществляется через медленный сон. Если, например, соня находится в начальной стадии перехода к спячке, когда температура тела еще резко не падает, то регистрируются длительные периоды медленного сна, а парадоксальный сон исчезает. Погружение в более глубокие стадии спячки приводит к уплощению электрической активности мозга, и она уже не напоминает картины ЭЭГ, характерные для медленного сна. Другое исключительно интересное явление — это кратковременное ежесуточное оцепенение (летаргия), характерное, например, для летучих мышей; оно также характеризуется заметным падением температуры тела. К сожалению, до сих пор отсутствуют детальные исследования ЭЭГ животных в этом состоянии.

В соответствии с существующими представлениями о ежесуточном сне, с одной стороны, и различных видах сезонного оцепенения (зимняя спячка, скажем, у сурка; летняя спячка у малого суслика, обитателя пустыни; поверхностное зимнее оцепенение у бурого медведя; кратковременное ежесуточное оцепенение у летучей мыши), с другой, эти два состояния — принципиально различные феномены. Тем не менее можно найти некоторое сходство между гибернацией и медленным сном, поскольку глубокие стадии последнего (примерно соответствующие стадиям 3—4 сна человека) также характеризуются значительным падением температуры тела, а также урежением дыхания и сердцебиений. Поэтому условия поведенческого покоя и частичного отключения сознания, в которых мы проводим темные и холодные часы ночи, имеют некоторые общие черты с особой формой сна, которая позволяет некоторым видам животных пережить мрак и холод в зимнее время года. Несмотря на это, следует заключить, что фундаментальные механизмы, лежащие в основе явления зимней спячки, еще только предстоит открыть.

*Глава восьмая*

# Сон и мозг

> Что было вначале — курица или яйцо? В чередовании сна и бодрствования, какое из этих двух состояний вклинилось в первое? Является ли наступление сна активным процессом или это только прекращение бодрствования?
>
> *Натаниэль КЛЕЙТМАН*

## Сон — активный или пассивный процесс?

После первой мировой войны страшная болезнь распространилась по Европе — инфекция, вызванная вирусом Encephalitis lethargica и часто приводящая к смерти. Ранние стадии этого заболевания характеризовали лихорадка и возбуждение, после нескольких недель их сменяли летаргия и сонливость и, наконец, возникал неестественно долгий сон.

Возник вопрос: какая из структур мозга несет ответственность за эту патологическую тягу ко сну? Когда ткань мозга больных, погибших от этой болезни, исследовали под микроскопом, то стало очевидно, что инфекция связана с поражением клеток межуточного мозга (диэнцефалона). Было ли это причиной патологического сна? Позднее, в 1920-е годы, опыты на животных позволили ученым более детально изучить структуры мозга, вовлеченные в регуляцию сна.

В то время обсуждался главным образом один принципиальный вопрос, вызывавший страстные споры среди специалистов: является ли сон пассивным процессом, вызванным лишь прекращением состояния бодрствования, как об этом писал еще римский поэт Лукреций? Или же это активный процесс, возникающий в каких-то мозговых центрах? Наиболее известным сторонником первой точки зрения был бельгийский нейрофизиолог Фредерик Бремéр. В 30-е годы он своими опытами пытался доказать, что состояние бодрствования поддерживается только до тех пор, пока сенсорные стимулы от окружающей среды бомбардируют мозг. Бремер показал, что после перерезки нервных путей, соединяющих органы чувств с мозгом, у лабораторных животных возникает состояние непрерывного сна. Это открытие, казалось, подтверждало предположе-

ние, что сон есть пассивный процесс, возникающий, когда отсутствуют активирующие влияния (рис. 24).

Главным представителем противоположной точки зрения был Вальтер Гесс, профессор физиологии Цюрихского университета, а позже лауреат Нобелевской премии по медицине. Он был одним из первых, кто разработал методику изучения эффектов электрического раздражения мозга на поведение с помощью постоянно введенных в определенные отделы мозга лабораторных животных тонких металлических электродов. Сравнительно недавно врачи применили эту процедуру для лечения больных, в частности, для выявления и устранения эпилептического фокуса в мозге. Поскольку ткань самого мозга не чувствительна к боли, то ни имплантация электродов, ни электрическая стимуляция не болезненны для пациентов.

Гесс обнаружил, что электрическое раздражение некоторых областей мозга может вызывать у животного определенную последовательность поведенческих актов; животное ищет место для отдыха, затем принимает характерную позу сна и наконец засыпает. Животное легко можно пробудить, но пробуждающий стимул должен быть не ниже некоторого определенного уровня интенсивности — в точности так, как это происходит при естественном сне. После электрической стимуляции мозга через предварительно вживленные электроды животные могут спать несколько часов. Особенно легко можно было вызывать сон, если кончики электродов располагались в опре-

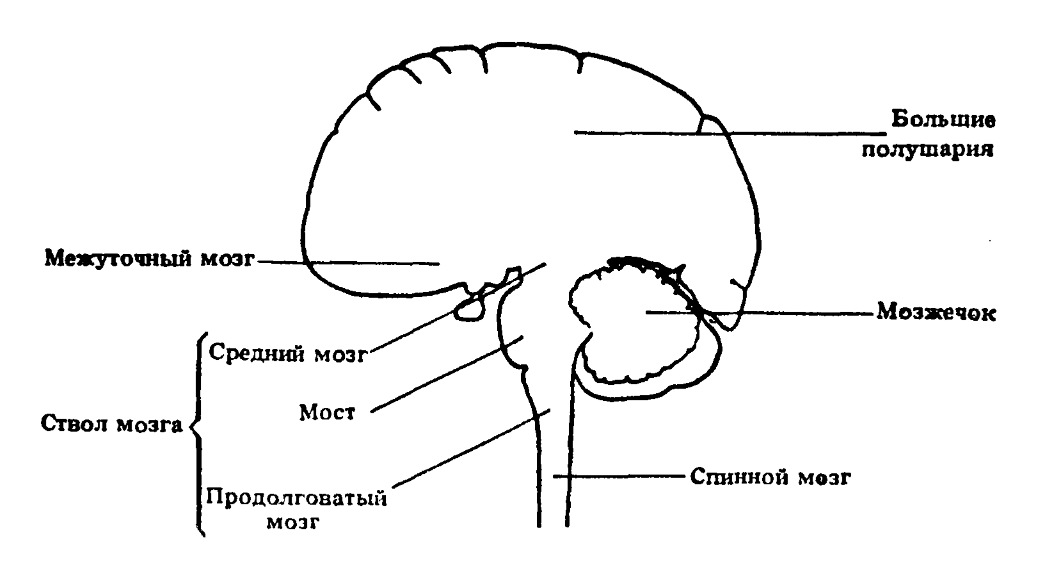



*Рис. 24.* **Важнейшие отделы мозга. Продольный срез мозга человека**

деленных областях межуточного мозга. Результаты профессора Гесса заставили усомниться в теории пассивного сна, так как в его опытах сон вызывался стимуляцией мозга, а не просто удалением внешнего сенсорного раздражения. Характерной для Гесса целостной точкой зрения на функции мозга было то, что он не рассматривал сон отдельно от других физиологических процессов. В 1931 г. он писал: «Наши попытки прояснить природу и механизм сна основаны на предположении, что эта проблема не может быть разрешена сама по себе, но только в ходе анализа целостной функциональной структуры всего организма». Гесс предположил существование двух фундаментальных функциональных состояний: эрготропного состояния (от греческого «направленный на деятельность»), которое преобладает у человека и дневных животных днем и при котором организм способен к проявлению активных форм поведения, таких, как нападение или борьба, и трофотропного состояния («направленный на питание, пополнение запасов» — по-гречески), во время которого организм сохраняет энергию, восстанавливается и избегает излишне сильного напряжения. Гесс рассматривал сон как «особую функцию, возникающую как часть общей трофотропной (парасимпатической функции)».

Противоречия между представлениями об активной или пассивной природе сна вновь всплыли в конце 1940-х годов, когда Джузеппе Моруцци, профессор Пизанского университета, и американский физиолог Горас Мэгун обнаружили, что электрическое раздражение ствола мозга вызывает моментальное пробуждение животного. Для того чтобы понять, в чем смысл этих опытов, необходимо вникнуть в некоторые анатомические подробности. Существует обширная сеть нервных клеток, проходящая вдоль всего ствола; их волокна простираются как вверх до самых передних отделов мозга, так и вниз в спинной мозг. Эта сеть называется ретикулярной формацией (от латинского слова «ретикулум» — сеть). Экспериментальные данные Моруцци, казалось, подтвердили, что это и есть первичная активирующая структура, стимуляция которой приводит к пробуждению.

Однако вскоре дальнейшие исследования показали, что ситуация гораздо более сложна. Показано, что электрическое раздражение задней (каудальной) части ретикулярной формации у лабораторных животных вызывает не пробуждение, но, наоборот, погружение в сон. Существование

двух различных областей в стволе, одна из которых вызывает сон, а другая тормозит его, было продемонстрировано в изящном эксперименте. Группа итальянских нейрофизиологов вживляла канюли (тонкие трубочки) в сосуды, снабжающие кровью передние и задние отделы ствола. Когда они вводили анестезирующее вещество в передние сосуды, то возникал «сон», так как при этом подавлялась деятельность активирующих отделов ствола. Но еще более интересно, что когда то же самое вещество вводили в задние сосуды, то спящее животное пробуждалось, потому что теперь происходило торможение структур, ответственных за сон. Одно и то же вещество могло вызывать то сон, то бодрствование в зависимости от места введения!

Согласно современным представлениям, сон и бодрствование нужно рассматривать как два различных, но равнозначных состояния, ни одно из которых не может быть объяснено просто как прекращение или отсутствие другого. Хотя активация определенных структур в мозге может способствовать возникновению того или другого, какого-то единого центра сна или бодрствования в мозге не существует. Если исследовать активность одиночных нервых клеток в мозге, то обнаружится, что большинство из них активны в обоих состояниях — и во сне, и в бодрствовании. Изменяется лишь характер их разрядов. Несколько преувеличивая, можно сказать, что когда мы спим, то наш мозг не спит, а продолжает свою деятельность[10].

## Теория моноаминов Жуве

Еще в 1960-е годы мозг оставался предметом исследования главным образом анатомов и физиологов. Они изучали связи между различными группами нервных клеток, создавали анатомические «карты» и из всего этого пытались сделать вывод относительно возможных функций мозга. Один из наиболее важных методов в физиологических исследованиях связи между структурой и функцией — это электрическое раздражение либо разрушение определенных отделов мозга лабораторных животных. Однако вскоре возникла новая методика. Она позволяла вживлять в мозг постоянные электроды и проводить регистрацию у животных без наркоза не только общей электрической активности мозга, но и разрядов одиночных нервных клеток. К тому времени было уже известно, что электрические импульсы не переходят непосредственно с одной нервной клетки на

другую, но прерываются в нервных окончаниях, называемых синапсами.

В синапсах происходит выброс химического вещества (нейропередатчика); оно проходит тончайшую синаптическую щель между двумя нервными клетками и вызывает электрические изменения на мембране клетки-мишени. Этот процесс может привести к генерации нового нервного импульса в клетке-мишени. Первоначально изучение роли передатчиков было сфокусировано на периферической нервной системе, проходящей вне головного мозга, так как эта часть нервной системы легко доступна для экспериментатора, тогда как сложность структур головного мозга не позволяла проводить опыты такого рода. Однако уже тогда, в начале 60-х годов, появились указания на то, что и в головном мозге передатчики точно так же включены в передачу информации нервными клетками.

Прорыв в этом направлении произошел в 1964 г., когда шведские ученые успешно разработали метод, позволяющий делать передатчики видимыми под микроскопом при изучении срезов ткани мозга. «Карты» мозга теперь приобрели дополнительное — химическое — измерение. Например, нервные клетки содержащие в качестве передатчика норадреналин, расположены в определенных областях ствола, а их аксоны (длинные отростки) проникают в различные структуры переднего мозга. Эти новые методы позволили также фармакологам и биохимикам стать серьезными конкурентами анатомов и физиологов в изучении функций мозга. Так возникло плодотворное сотрудничество между различными дисциплинами. В распоряжении фармакологов имеются такие вещества, которые могут затормозить или усилить действие определенных нейропередатчиков. Кроме того, поскольку было уже известно, что многие психотропные препараты действуют на синаптическую передачу, появилась возможность исследовать механизмы, лежащие в основе их лечебных эффектов. Наконец, были разработаны новые методы, позволяющие вводить ничтожные количества химических веществ в специфические группы нервных клеток, чтобы воздействовать химическими раздражителями на небольшую, четко определенную область мозга. Во всем мире в исследованиях мозга стали появляться такие открытия, от которых просто захватывало дух. За короткое время в мозге было обнаружено несколько важных передатчиков и изучено их распространение и химические превращения. Те из передатчиков, которые содержат одну аминогруппу,

называются моноаминами, важнейшие среди них — норадреналин, дофамин и серотонин.

Мишель Жуве, профессор экспериментальной медицины Лионского университета (Франция) и член престижной Французской Академии наук, был одним из первых, кто осознал важность этих открытий для исследований сна. После пионерских исследований парадоксального сна на лабораторных животных, выполненных в 1959 г., он изучал механизмы сна электрофизиологическими и анатомическими методами. В конце 60-х годов Жуве с сотрудниками направил свои усилия на изучение роли нейропередатчиков в регуляции сна. Используя грандиозный набор анатомических, физиологических, фармакологических и биохимических методов, он выполнил ряд основополагающих опытов, послуживших фундаментом новой теории регуляции сна — моноаминовой теории.

Чтобы создать у читателя хотя бы общее впечатление об этом исследовании, я выбрал лишь один аспект для более детального рассмотрения. Группы нервных клеток (ядра), содержащие нейропередатчик серотонин, расположены вдоль средней линии ствола, называемой швом. Аксоны этих нервных клеток проецируются как вверх в области переднего мозга, так и вниз в составе спинного мозга, и там, путем выброса серотонина, они воздействуют на другие нервные клетки. Обнаружение того факта, что разрушение ядер шва у лабораторных животных приводит к резкому уменьшению продолжительности сна, подтвердило, что серотонин играет центральную роль в регуляции сна. Если это предположение правильно, то тогда можно снижать время сна, тормозя синтез серотонина. На рис. 25 показано, что синтез серотонина идет в два этапа. Аминокислота триптофан, обычная составная часть пищи, с по-

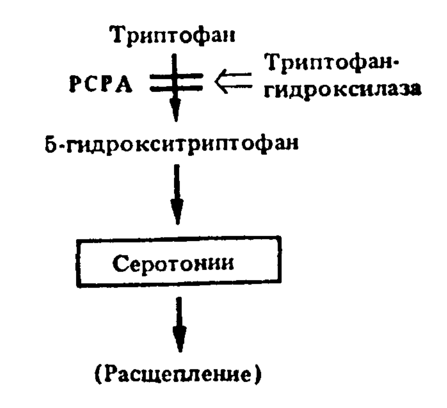



*Рис. 25. PCPA* блокирует фермент триптофан-гидроксилазу. Нейропередатчик серотонин синтезируется в организме из аминокислоты триптофана, которая поступает с пищей. Фермент триптофан-гидроксилаза необходим для превращения триптофана в 5-гидрокситриптофан, промежуточный этап синтеза серотонина. Если этот фермент заблокирован веществом парахлорфенилаланином *(PCPA)*, то его эффект подавляется и синтез серотонина прекращается

мощью фермента триптофангидроксилазы превращается в 5-гидрокситриптофан, непосредственный предшественник серотонина. Действие этого фермента можно подавить, если ввести вещество, называемое парахлорфенилаланином (лат. сокр. *PCPA*). Показано, что у лабораторных животных *PCPA* тормозит синтез серотонина и таким образом нарушает активность серотонинсодержащих нервных клеток. Жуве и его сотрудники, а также швейцарский физиолог Вернер Кёлла, работавший в то время в США, показали, что инъекции животным *PCPA* приводят к длительной потере сна. Если этим же животным ввести 5-гидрокситриптофан, то их нервные клетки вновь могут в течение некоторого времени синтезировать серотонин, так как заблокированный этап в цепи синтеза оказывается обойденным. Было обнаружено, что введение этого непосредственного предшественника серотонина животным, которым перед этим вводили PCPA, приводит к кратковременному восстановлению сна.

Эти опыты подтвердили важную роль серотонина в регуляции сна. Они также указали на интересную возможность: больные бессонницей могут принимать триптофан, чтобы увеличить синтез серотонина и улучшить сон. Было предпринято множество исследований по снотворному действию триптофана и на животных и на людях (см. гл. 5), однако результаты оказались, в общем, разочаровывающими. Хотя некоторые авторы и сообщали о снотворном действии триптофана, эффект был слабым и в некоторых исследованиях вообще не подтверждался. Недавно было обнаружено, что даже те вещества, которые специфически увеличивают активность серотонинсодержащих нервных клеток, не увеличивают сон. В свете этих данных вполне вероятно, что снотворный эффект больши́х доз триптофана, о чем сообщалось в некоторых исследованиях, вообще не был связан с серотонинсодержащими нервными клетками.

До настоящего момента мы говорили исключительно о роли серотонина. Однако моноаминовая теория рассматривает также активность таких нейропередатчиков, как норадреналин, дофамин и ацетилхолин. Не будем вдаваться в дальнейшие детали, достаточно запомнить основной принцип этой теории: регуляция сна осуществляется в результате баланса и взаимодействия различных систем нейропередатчиков. Мы вернемся к этому предмету в конце данной главы.

## Существует ли центр парадоксального сна?

В начале 60-х годов Жуве обнаружил, что разрушение определенных групп нервных клеток в мосту (это часть мозга; см. рис. 24) приводит к полному исчезновению парадоксального сна. На основании этих и других данных он заключил, что структуры, ответственные за парадоксальный сон, должны быть расположены в этих областях ствола. Давайте на короткое время прервем наш рассказ и посмотрим на типичные признаки парадоксального сна у кошки.

В ЭЭГ видны быстрые мелкие волны, типичные и для состояния бодрствования. Быстрые движения глаз хорошо выражены, а мышечный тонус практически исчезает, заметны лишь случайные подергивания. Сформулируем теперь вопрос так: происходят ли все эти особенности, характерные для парадоксального сна, из одного и того же источника, или же они определяются активностью различных систем нервных клеток?

Замечательные результаты, приводимые ниже, подтвердили вторую гипотезу. Если разрушали определенные нервные клетки в мозгу лабораторных животных, то парадоксальный сон еще появлялся, но мышечный тонус сохранялся высоким. В этих опытах животные демонстрировали причудливое поведение во время парадоксального сна: они поднимали голову, казалось, преследовали и даже нападали на несуществующие объекты,либо в страхе пятились назад. Возникало впечатление, что торможение мышечного расслабления позволяло животным как бы демонстрировать свои переживания в парадоксальном сне (рис. 26). Это поразительное открытие показывает, что и животные имеют сноподобные переживания в парадоксальном сне[11].

Давайте теперь вернемся к нейропередатчикам. В соответствии с моноаминовой теорией регуляции сна нервные клетки, содержащие серотонин, запускают эпизоды парадоксального сна, в то время как системы, содержащие норадреналин и ацетилхолин, ответственны за собственно процесс парадоксального сна. Аллен Хобсон и Роберт Маккарли, исследователи сна и психиатры из Гарвардского медицинского института, изучали роль нейропередатчика ацетилхолина. После вживления канюли в мост они вводили туда ничтожные количества карбахола — вещества, которое имитирует эффект действия передатчика ацетилхолина, но обладает более продолжительным действием. Результаты введения были поразительными: животные по нескольку

часов проводили в состоянии, весьма напоминающем парадоксальный сон. Эти и подобные им эксперименты привели Хобсона и Маккарли к заключению, что происходит взаимодействие между клетками, содержащими ацетилхолин, с одной стороны, и теми, которые содержат норадреналин

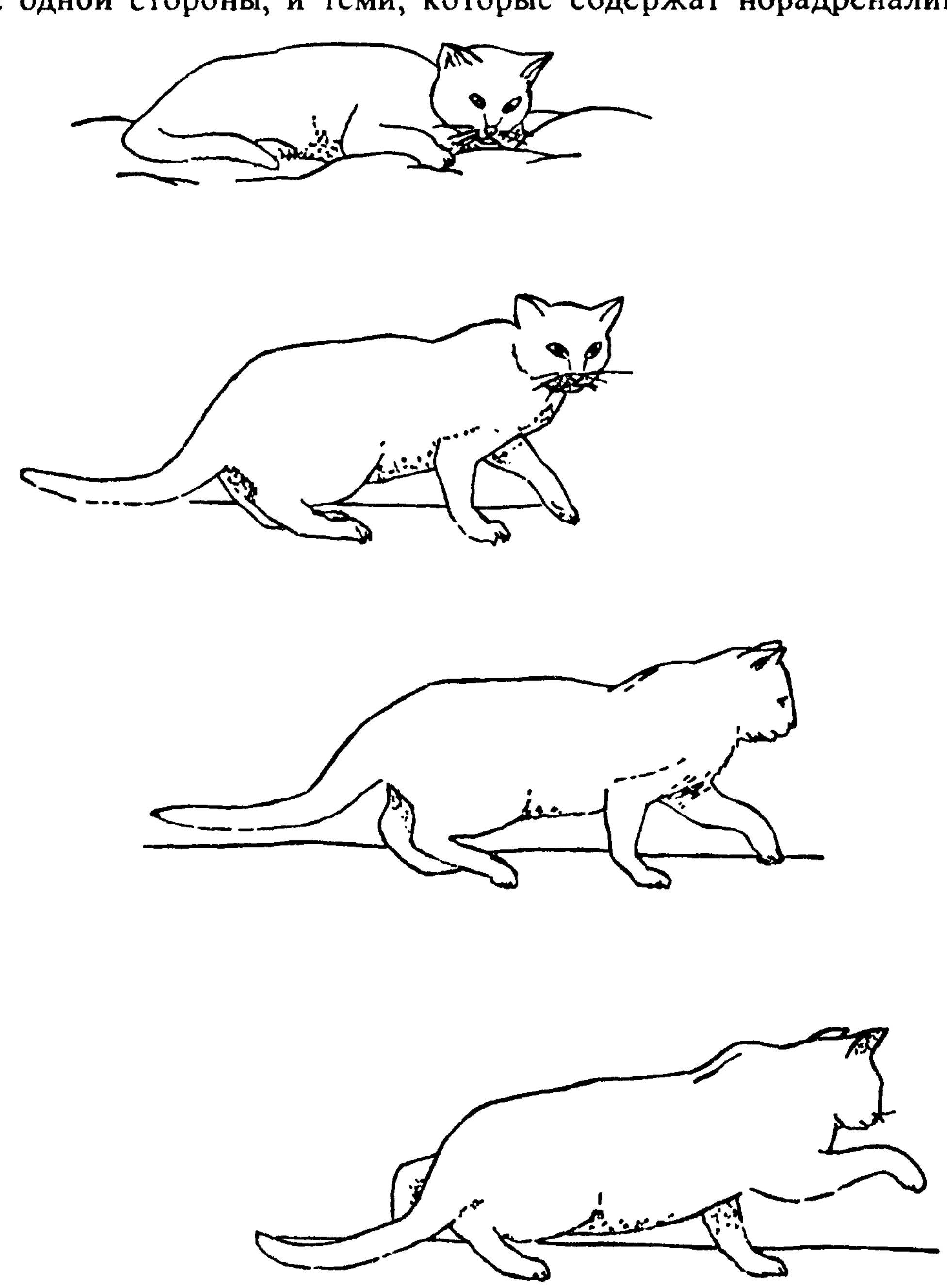


*Рис. 26.* Кошка «демонстрирует» свои сновидения. Если разрушить определенные нервные клетки в стволе мозга, то мышечная активность в парадоксальном сне перестает подавляться. Спящая кошка внезапно поднимает голову, встает, двигается и как бы нападает на несуществующие объекты. (Зарисовки кадров видеофильма, снятого Э. Моррисоном в 1983 г.)

и серотонин,— с другой. Здесь не место вдаваться в дальнейшие детали, достаточно сказать, что авторы пришли к заключению, что взаимодействие между этими двумя группами клеток и обеспечивает генерацию цикла «медленный — парадоксальный сон» (описанного в гл. 2)[12].

До сих пор мы имели дело главным образом с экспериментами на животных, так что позволительно будет задавать вопрос: применимы ли все эти результаты к человеку? Похоже, что это так, результаты действительно применимы, по крайней мере в отношении передатчика ацетилхолина. Два исследователя из Национального института психического здоровья (США), Кристиан Гиллин и Нэтрей Ситарам, провели исследования по влиянию ацетилхолиноподобных веществ на парадоксальный сон у здоровых испытуемых. Сон регистрировали в лаборатории по обычной методике, а кроме этого, в локтевую вену вводили иглу, так что можно было производить инъекции, находясь в соседней комнате и не пробуждая испытуемого. Если испытуемым вводили ареколин (вещество, похожее по действию на ацетилхолин) вскоре после засыпания, то возникал парадоксальный сон. Но когда в другую ночь в ходе исследования им вводили вещество скополамин, которое блокирует действие ацетилхолина на мозг, то наступление парадоксального сна сильно задерживалось. Результаты показывают, что передатчик ацетилхолин играет важную роль в регуляции парадоксального сна как у животных, так и у человека. Другое наблюдение также заслуживает упоминания: Гиллин и Ситарам обнаружили, что введения ареколина вызывают особенно быстрое наступление парадоксального сна у депрессивных больных. Этот факт породил гипотезу, что депрессия может сопровождаться повышенной чувствительностью нервных клеток к передатчику ацетилхолину; ее проверка будет иметь огромное значение не только для проблемы сна, но также и для понимания природы депрессии.

## Противоречия и новые данные

В 70-е годы моноаминовая теория послужила сильнейшим стимулом для изучения сна и позволила расположить огромное количество различных экспериментальных данных в логической последовательности. С другой стороны, работы нынешнего десятилетия выявили определенные противоречия в постулатах этой теории, как они были исходно

сформулированы. Например, в опытах на крысах было показано, что введение ингибитора синтеза серотонина *PCPA* вызывает только кратковременную бессонницу, несмотря на то,что уровень серотонина в мозге долгое время остается сниженным. Очевидно, адаптивные механизмы в мозге делают возможным появление сна, несмотря на частичное разрушение серотониновой системы. Нам с Ирен Тоблер удалось показать, что хотя животные, которым ввели *PCPA*, спят очень мало, тем не менее после 24-часовой депривации сна они дают такой же процент глубокого медленного сна, как у контрольных животных. Эти данные подтверждают, что некий важный компонент в регуляции сна остается незатронутым, даже когда концентрация серотонина в мозге значительно снижается. Как можно объяснить эти результаты? Эти противоречия моноаминовой теории (так же, как и ряд других) могут быть отнесены на счет того факта, что передатчики, участвующие в регуляции сна, вовлечены также и в регуляцию других функций мозга. Это видно по поведению животных после введения *PCPA*: все они в добавление к бессоннице проявляют признаки повышенной чувствительности к боли и другим внешним воздействиям, так же как повышение агрессивности и сексуальности. Напрашивается вывод, что нарушение сна проистекает не от прямого воздействия на систему регуляции сна, но от изменений в других функциях мозга. Это вновь возвращает нас к вопросу принципиальной важности: можно ли изучать сон как изолированное явление, и не должны ли мы согласиться с вышеприведенным высказыванием Вальтера Гесса насчет того, что проблема сна «не может быть разрешена сама по себе, но только в ходе анализа целостной функциональной структуры всего организма».

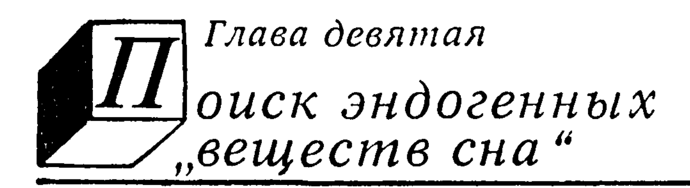
Сомнения в отношении основных постулатов моноаминовой теории возникли также и в другой связи. Дело в том, что, кроме «классических» передатчиков, с которыми эта теория имела дело (норадреналин, серотонин, ацетилхолин и т. д.), были открыты новые вещества со сходными функциями, но совершенно иной природы. В настоящее время в мозге обнаружено присутствие нескольких десятков пептидов (строительных блоков белковых молекул), некоторые из которых играют ту же роль, что и передатчики. Недавно обнаружены нервные клетки, в которых «классический» передатчик присутствует в комбинации с пептидом. Это открытие противоречит давно установленному

принципу в науке о мозге, гласящему, что только один тип передатчика может присутствовать в данном синапсе. Раз это больше не так, то относительно простые «карты» мозга, основанные на распространении моноаминов, становятся исключительно запутанными и сложными, а в результате прежние представления о функциональной основе мозга заходят в тупик. Как будет видно из следующей главы, постепенно накапливаются свидетельства того, что определенные пептиды могут играть центральную роль и в регуляции сна.

История исследований сна показывает, что не только новые идеи, но также разработка и внедрение новых методов приводят к новым открытиям. Регистрация электрических сигналов была одним из наиболее важных новых методов в экспериментальных исследованиях сна и других областях нейробиологии для изучения связи между функциями мозга и поведением. Намного более трудная задача — суметь постоянно регистрировать химические изменения в мозге, поскольку обычно для химического анализа требуется удалить часть ткани из мозга. Однако такие процедуры не могут выявить динамику процесса, а только дать «моментальный снимок» в какой-то одной его точке. Раймонд Чеспулио, ученый из Лионского университета, впервые применил в исследовании сна новый метод электрохимической регистрации. Специальные тонкие электроды постоянно вживляются в определенные области мозга, где с их помощью можно зарегистрировать локальную концентрацию нейропередатчиков у спящего и бодрствующего животного. Эта методика может продвинуть нас еще на шаг вперед к возможности записать «химическую ЭЭГ», т. е. к постоянной регистрации естественной динамики химических процессов в мозге и изучению их взаимосвязи с циклом «сон — бодрствование». Можно надеяться, что новые методы послужат основой для принципиально нового подхода к изучению химической регуляции сна.

Открытие сложной химической организации мозга подтолкнуло многих исследователей к осознанию важности фундаментальных физиологических законов. Так, сон все более рассматривается как биологический процесс, подчиняющийся определенным правилам. Эти правила необходимо изучать, даже если детали механизмов, лежащих в их основе, не вполне ясны. При изучении процессов, вовлеченных в регуляцию сна, исключительно полезным инструментом служит депривация сна. Этот подход породил

несколько теоретических моделей, которые будут рассматриваться в последней главе. Однако, кроме этих физиологических подходов к проблеме, существует одна старая химическая теория, возникшая еще в начале века, интерес к которой вновь пробудился в последние годы. Эта теория рассматривает вопрос об эндогенных веществах сна (т. е. тех, которые возникают естественным путем внутри самого организма) и послужит темой следующей главы.



# Глава девятая
# Поиск эндогенных „веществ сна“

> Наши исследования показали, что накопление гипнотоксина вызывает увеличение потребности во сне.
>
> **Анри ПЬЕРОН**

«Ученые обнаружили вещество, вызывающее естественный сон!», «Через несколько лет материальный субстрат сновидений можно будет принимать в таблетках!», «Тихая революция на рынке снотворных!», «Сон из пробирки!»

Эти и подобные заголовки вновь и вновь возникают в газетах, где появляются сообщения о сенсационных открытиях естественных эндогенных веществ сна. Большинству читателей, вероятно, трудно понять, о чем, собственно, говорится в этих заметках. Что, наш организм действительно вырабатывает вещества, которые вызывают сон?

Еще сравнительно недавно большинство специалистов не воспринимали всерьез такое предположение. Работы нескольких исследователей, проверявших эту гипотезу в эксперименте, не привлекали большого внимания. Далекие от основного русла нейробиологии, исследования в области эндогенных веществ сна казались просто чудачеством. Люди, которые решались этим заняться, должны были не бояться прослыть отстающими и быть готовыми к тому, чтобы долгие годы и даже десятилетия терпеливо и настойчиво разрабатывать свои непризнанные идеи. Из-за того, что они, в отличие от большинства своих коллег, не примыкали ни к какому модному направлению, их работы не пользовались ни вниманием, ни поддержкой. На талантливых первооткрывателей дивились как на каких-то оригиналов, которые только морочат людям голову, вместо того чтобы заняться делом. Однако в середине 70-х годов ситуация изменилась. Один молодой шотландский исследователь сделал совершенно неожиданное открытие: он обнаружил в мозге новый класс эндогенных, снимающих боль веществ, которые оказывают такой же эффект, как хорошо известные противоболевые препараты опиума и морфина. Их назвали энкефалинами и эндорфинами, они принадле-

жат к химическому классу пептидов, компонентов белков. Еще недавно предположение о том, что мозг может содержать эндогенные опиаты, показалось бы странным и маловероятным; в те годы такие функции мозга, как сон и боль, изучались исключительно в связи с динамикой нейропередатчиков. В настоящее время, однако, открыт ряд пептидов, которые по своему действию похожи на передатчики или гормоны. Их связь с хорошо известными «классическими» нейропередатчиками послужила темой интенсивных исследований. Эти новые данные поставили под сомнение множество теорий, которые до того казались хорошо разработанными и обоснованными. И это, кстати, один из самых важных результатов; ученые еще раз вынуждены осознать степень своего невежества. С тех пор научное сообщество стало более восприимчивым к нетрадиционным подходам. И теперь идея о том, что специфические эндогенные вещества могут играть роль в регуляции сна, не рассматривается уже только как взлет фантазии, а подвергается серьезному обсуждению ведущими специалистами по сну.

## Ранние опыты Пьерона

«Если состояние бодрствования поддерживается долгое время, то потребность во сне все более усиливается, пока не становиться непреодолимой. Это явление возникает вследствие отравления неким гипотетическим веществом, имеющим свойства токсина». Это выдержка из книги «Физиологическая проблема сна» французского физиолога Анри Пьерона, вышедшей в 1913 г. В ней Пьерон сформулировал гипотезу, что в ходе бодрствования в организме накапливается «сонный яд» (гипнотоксин), что и вызывает нарастающее желание уснуть. Пока мы спим, это вещество подвергается в нашем организме химическому разрушению и исчезает. Для проверки этой теории Пьерон провел опыты на собаках. Он заставлял их бодрствовать весь день, а по ночам также не давал им спать, выгуливая их на улицах Парижа. Затем он отбирал у этих собак немного спинномозговой жидкости, заполняющей мозговые полости, и вводил ее другим собакам, которые имели возможность нормально отдыхать. Он наблюдал, что собаки после таких инъекций засыпали, и рассматривал это как подтверждение своей гипотезы.

Результаты Пьерона не производят большого впечатления в свете сегодняшних знаний, особенно с методической

точки зрения: тогдашняя техника отбора и введения спинномозговой жидкости, по-видимому, вызывала сильный стресс у животных и таким образом влияла на поведение. Тем не менее, несмотря на эти оговорки, Пьерону, несомненно, нужно отдать должное в главном: он был первым, кто предложил стройную нейрохимическую теорию регуляции сна и проверил ее экспериментально.

## Фактор *S* и *SPS*: современные гипнотоксины?

Работа Пьерона пользовалась широкой известностью в первые десятилетия нашего века, но только одна исследовательская группа сделала попытку проверить его теорию. В 1939 г. два американских ученых, Шнедорф и Айви, опубликовали результаты, в значительной мере подтверждающие данные Пьерона.

Затем в середине 60-х годов профессор физиологии Гарвардского медицинского института Джон Паппенхаймер начал серию опытов, направленных на изучение эндогенных веществ сна. До этого Паппенхаймер занимался спинномозговой жидкостью и разработал методику постоянного вживления тонких полых игл (канюль) в мозг коз. Это дало возможность производить забор спинномозговой жидкости у лабораторных животных, не подвергая их стрессу. Козы были выбраны для опыта потому, что эти животные достаточно крупного размера и соответственно можно производить забор довольно большого количества жидкости из мозговых полостей. Паппенхаймер и его сотрудники не давали козам спать по 2-3 суток и в различные моменты времени по ходу депривации брали спинномозговую жидкость. Затем эту жидкость вводили в полости мозга крыс с предварительно вживленными постоянными канюлями. Крысы были выбраны в качестве реципиентов благодаря своему небольшому размеру, так что каждой из них достаточно было ввести лишь весьма малое количество жидкости. Тестирование показало, что крысы, которым вводили жидкость из мозга коз, подвергавшихся лишению сна, спали больше, чем контрольные крысы, получавшие жидкость от нормальных коз.

Эти первые результаты, казалось, подтверждали теорию гипнотоксинов. Но тогда возник следующий вопрос: какова же химическая структура этого «вещества сна»? Паппенхаймер назвал его «фактор S» (от слова sleep — сон). Начался

поиск этой структуры, который вылился в долгие серии опытов, продолжавшиеся 15 лет. Джеймс Крюгер, молодой биохимик, отвечал за химическую часть исследовательского проекта. Жидкость из мозга животных-доноров химическим путем разделяли на несколько фракций, каждая из которых содержала набор разнообразных веществ. Затем эти фракции тестировали одну за другой по способности вызывать сон, чтобы выявить в конце концов ту фракцию, которая содержит искомый фактор S. Эту однообразную процедуру повторяли несколько раз, пока неизвестное вещество постепенно не накапливалось в растворе. Вскоре стало очевидным, что имеющегося количества мозговой жидкости недостаточно для выделения фактора S, так как он присутствует там в ничтожно малых количествах. Паппенхаймер и его сотрудники стали тогда использовать мозг крупного рогатого скота, полученный со скотобойни. В качестве реципиентов для введений выбрали кроликов, которых они посчитали более пригодными для такого рода экспериментов, чем крыс, так как, по их мнению, сон у них менее вариабилен от животного к животному. Удалось показать, что фракции, содержащие фактор *S* в большей концентрации, увеличивали процент медленного сна и вызывали появление больших медленных волн на ЭЭГ. Рисунок ЭЭГ сильно напоминал картину, которая обычно возникает после депривации сна. Снотворный эффект фактора S продолжался несколько часов и имел все признаки естественного сна.

Однако оставалось фактом, что «вещество сна» все еще не удавалось выделить. В конце концов Паппенхаймер с сотрудниками нашел исключительно оригинальное решение проблемы. Так как к тому времени уже стало ясно, что «вещество сна» химически очень стабильно, то они сделали заключение, что большая часть фактора *S* в организме должна выводиться с мочой. В отличие от бычьих мозгов моча всегда имеется в наличии практически в любых нужных количествах. Для начала они использовали большой объем человеческой мочи, собранной для других медицинских целей, и доказали присутствие в ней «вещества сна». С этого момента работа быстро стала продвигаться вперед, и в конце концов вещество было химически идентифицировано. Фактор S оказался сравнительно небольшим пептидом, состоящим из нескольких аминокислотных остатков. Окончательный анализ его химического строения (анализ последовательности) в начале 80-х годов еще не был известен. Самое удивительное, что в его составе оказался остаток мурамовой кислоты.

Это вещество входит в состав мембраны клеточных стенок у бактерий, но до сих пор его никогда не находили у высших организмов. Одно из веществ, содержащих мурамовую кислоту, мурамилдипептид (МДП), стало известно иммунологам некоторое время назад как стимулятор защитных реакций организма по отношению к инородным веществам и как фактор, вызывающий лихорадку. Крюгер и Паппенхаймер обнаружили, что МДП вызывает также сон у кроликов. Успех этого исследования не должен, однако, ввести в заблуждение насчет того, что будто бы найдены ответы на все вопросы, ибо еще предстоит решить множество важных проблем. Во-первых, вещество сна должно быть синтезировано, чтобы его можно было иметь в больших количествах. Когда эта цель будет достигнута, существенным моментом станет тестирование и подтверждение снотворного эффекта в более обширной серии лабораторных опытов. Другой вопрос, на который необходимо ответить,— это реагируют ли различные виды животных одинаковым образом на это вещество. В настоящее время Паппенхаймер и его сотрудники уже сообщили о положительных результатах, полученных на крысах, кошках, кроликах и обезьянах[13].

Покинув Американский континент, перенесемся в Азию и расскажем о реализации аналогичного и столь же интересного проекта. В середине 70-х годов группа японских исследователей начала тщательную проверку теории гипнотоксинов с помощью самых современных методов. Во главе этого коллектива встал известный физиолог, директор крупного Национального института медицинских исследований Коджи Учизоно. Эксперименты на животных проводились под руководством биокибернетика и профессора Шоджиро Иноуэ. Ясуо Комода, биохимик, взял на себя химическую часть исследования. Экспериментальный подход был, в общем, таким же, как у группы Паппенхаймера: крыс лишали сна в течение суток и затем забивали. Из мозга этих животных и пытались выделить «вещества сна». Профессор Иноуэ и его сотрудник Кацуки Хонда разработали исключительно чувствительный метод изучения снотворных эффектов фракций спинномозговой жидкости.

Реципиентами в этих опытах были также крысы, которым не только заранее вживляли электроды в мозг и мышцы, как обычно, но также и тонкие трубочки, с помощью которых можно было постоянно медленно вводить жидкость прямо в полости мозга. Вводили либо исследуемые химиче-

ские фракции, либо неактивный контрольный раствор. Чтобы свести действие побочных факторов к минимуму, животные содержались при постоянной температуре и искусственном цикле «свет — темнота». С помощью этой методики исследователи смогли показать, что в мозге лишенных сна животных-доноров находится какое-то вещество, которое может увеличивать сон у реципиентов. Они назвали его *SPS* (от англ. sleep promoting substance — способствующее сну вещество). Опыты показали, что действие сохраняется 24 ч после введения и зависит от того, в какой фазе цикла «свет — темнота» это введение было произведено. Химическая структура *SPS* еще неизвестна[14].

Моя собственная группа в Цюрихском университете также получила некоторые данные относительно того, что в жидкости мозга крыс содержится снотворное вещество. В исследовании, проведенном мною в середине 70-х годов вместе с двумя студентами-медиками, Йозефом Саксом и Яном Унгаром, удалось показать, что спинномозговая жидкость животных-доноров может оказывать влияние на двигательную активность реципиентов. Если забор жидкости у доноров производился во время активной фазы суточного ритма, то активность реципиентов возрастала. С другой стороны, если жидкость забирали у животных в периоды отдыха и поведенческого покоя, то после введения реципиентам их активность снижалась. Позже в работе с Ирен Тоблер мы обнаружили, что небольшие количества спинномозговой жидкости лишенных сна крыс увеличивают сон у нормальных крыс после ее введения им в полости мозга. Однако для того чтобы выделить активное вещество, необходимы более обширные исследования.

## *DSIP* — «вещество сна»?

В начале 60-х годов Марсель Монье, профессор физиологии Базельского университета, также заинтересовался эндогенными веществами сна. Обстоятельства сложились так, что реализация этой идеи отняла у него 20 лет жизни. В свое время Монье был студентом у Вальтера Гесса, профессора медицины в Цюрихе и нобелевского лауреата. В предыдущей главе уже рассказывалось о том, что Гесс показал, что электрическая стимуляция мозга может вызывать сон. Монье использовал эту процедуру для «усыпления» кроликов. Он опирался также и на открытие Пьерона, поскольку предполагал, что электрическое раздражение мозга при-

водит к образованию «вещества сна», которое может быть обнаружено в крови. С помощью двух студентов-медиков, Теодора Коллера (который сейчас профессор клеточной биологии в Федеральном институте технологии в Цюрихе) и Люциуса Гёсли (ныне профессор физиологии в Базеле), он разработал методику забора крови у спящих животных и с помощью полупроницаемой мембраны выделил из плазмы определенную составную часть, в которой могло содержаться искомое «вещество сна». Действительно, когда эту фракцию вводили нормальным животным, они засыпали. Как и Паппенхаймер, Монье на последующих стадиях своей работы воспользовался помощью химика, Гвидо Шоненбергера, который очистил и выделил активное вещество. В конце концов удалось показать, что электрическое раздражение мозга вызывает образование пептида, состоящего из девяти аминокислот. Это вещество было названо дельта-сон индуцирующим пептидом (Delta Sleep Inducing Peptide, *DSIP*, в отечественной научной литературе его называют еще пептид дельта-сна (ПДС) — *Прим. пер.)* потому что он главным образом вызывает сон с медленными волнами на ЭЭГ. Поскольку точная химическая структура *DSIP* была установлена, этот пептид можно было синтезировать без особых трудностей в химической лаборатории. По данным Монье и Шоненбергера, никаких заметных различий между эффектами натурального и синтетического препарата не отмечалось.

После того как *DSIP* поступил в свободную продажу, различные группы исследователей стали изучать его биологический эффект. Однако опубликованные сообщения не дают ясной картины относительно свойств этого вещества. Отнюдь не все исследовательские группы смогли подтвердить, что *DSIP* действительно вызывает сон. В некоторых весьма тщательно проведенных работах вообще никакого эффекта не было обнаружено. В других опытах вроде бы были получены позитивные результаты, но воздействия на стадии сна почему-то очень различались у разных животных. Так, одни авторы описывали увеличение глубокого медленного сна у кроликов, а другие — парадоксального сна у кошек. Появились первые сообщения и о результатах внутривенного введения *DSIP* людям, давшего как будто положительный эффект, который возникал, однако, лишь через несколько часов после введения.

Нелегко объяснить действие *DSIP* на сон, но еще более усложняет картину ряд странных фактов, полученных в

дальнейшем. Непонятно, например, почему *DSIP* обнаруживается в других органах, кроме мозга (печень, легкие, кишечник), как может он влиять на регуляцию температуры тела и т. д. Эти противоречивые результаты привели Шоненбергера к заключению, что *DSIP* является не специфическим «веществом сна», а, скорее, фактором, организующим, «программирующим» ритмические процессы. Однако более серьезные исследования не подтверждают такой точки зрения. Необходимо иметь в виду, что выделение *DSIP* было основано на электрическом раздражении мозга. Стимуляция мозга может с тем же успехом вызывать и другие эффекты, что, возможно, и является одной из причин разнообразных явлений, которые описаны в связи с этим пептидом. Необходимы дальнейшие опыты, чтобы окончательно прояснить биологическую роль пептида *DSIP*[15].

## Существует ли «вещество парадоксального сна»?

Потенциальные «вещества сна», о которых рассказывалось выше, факторы *S*, *SPS* и *DSIP* в первую очередь увеличивают процент глубокой стадии медленноволнового сна. Существуют ли такие же «факторы», специфически связанные с регуляцией парадоксального сна? Наиболее обширное исследование этой проблемы предпринял мексиканский исследователь сна Рауль Друкер-Колин. Еще в 1960 г. он начал серию опытов на кошках с постоянно вживленными парами канюлей в мозге и перфузировал (промывал) небольшим количеством жидкости участок ствола мозга, расположенный между кончиками трубочек. Он обнаружил, что после эпизодов парадоксального сна жидкость, оттекающая от мозга, содержит повышенное количество белка.

Если перед опытом животному вводили такое вещество, которое блокирует синтез белка в мозге, то парадоксальный сон вообще не возникал. Эти результаты подтвердили, что во время парадоксального сна в стволовой области головного мозга появляются какие-то неизвестные белки, которые, возможно, участвуют в регуляции этой стадии сна. В дальнейшем Друкер-Колин применил новый иммунологический метод в попытке пролить свет на эту проблему. Ему удалось показать, что введение антител к белковой фракции подавляет парадоксальный сон. Однако надо сказать, что парадоксальный сон подавляется самыми разными воздей-

ствиями, так что не вполне ясно, играют ли вещества Друкер-Колина специфическую роль.

Другие указания на наличие эндогенных веществ, регулирующих парадоксальный сон, поступили из лаборатории Жуве в Лионе. В этих опытах животных лишали парадоксального сна, затем отбирали спинномозговую жидкость из полости мозга. Другим животным вводили вещество *PCPA* (ингибитор синтеза серотонина), что почти полностью подавляло их парадоксальный сон. Когда второй группе животных вводили жидкость из мозга первой, донорской группы, то эта жидкость восстанавливала парадоксальный сон, подавленный при введении *PCPA*. Отсюда ясно, что вещество, вызывающее парадоксальный сон, находится в спинномозговой жидкости животных-доноров.

Важно отметить, что все эти результаты являются предварительными и не вполне убедительными; их нельзя рассматривать как строгое доказательство того, что специфические вещества действительно ответственны за регуляцию парадоксального сна[16].

## Другие гипотетические «вещества сна»

Можно привести еще целый список эндогенных веществ, которые рассматриваются как потенциальные «вещества сна». Упомянем лишь несколько из них. В мозге имеется так называемая шишковидная железа, или эпифиз, запрятанная между двумя полушариями. Ее функция, в общем-то, неизвестна до сих пор. Эта железа выделяет гормон мелатонин, концентрация которого особенно высока ночью (у человека.— Прим. пер). Исследования, выполненные на людях и животных, показали, что мелатонин может вызывать сон. Эта проблема недавно исследовалась нами совместно с Джозефиной Арендт, английским биохимиком. Испытуемым-добровольцам давали небольшие дозы мелатонина каждый вечер в течение месяца. Это вызвало сильную тягу ко сну в первые вечерние часы. Однако и в этом случае также необходимы дальнейшие исследования для определения того, оказывает ли этот гормон прямое влияние на сон или же воздействует косвенным образом, сдвигая по фазе суточный ритм.

Другой гормон также привлек большое внимание в недавние годы, он называется аргинин-вазотоцин (АВТ). В 1977 г. группа исследователей из Румынии опубликовала

сообщение о том, что введение ничтожно малых количеств АВТ (около 600 молекул) в полости мозга кошек вызывало сон. Хотя эти результаты и не были подтверждены другими авторами, в Румынии это вещество вводили взрослым испытуемым и даже детям. Вновь был подтвержден снотворный эффект, заключавшийся главным образом в увеличении парадоксального сна[17]. В настоящее время трудно дать окончательную оценку этим данным. Еще один пример возможного «вещества сна» взят из работы Франсуазы Риу, Раймона Чеспулио и Мишеля Жуве из Лиона, которые сообщили о снотворном эффекте вазоактивного интестинального полипептида (ВИП). Это длинный пептид, состоящий из нескольких десятков аминокислот; он имеется в организме человека и оказывает свое влияние на кровеносные сосуды, кишечник и другие органы. Недавно он обнаружен и в мозге. Исследовательская группа из Лиона показала, что введение ВИП в полости мозга крыс увеличивает их последующий сон (особенно парадоксальный сон в светлый период суток).

## Новые данные и заключение

О работах Шоджиро Иноуэ и Джеймса Крюгера мы уже рассказывали. В последующие годы эти ученые опубликовали ряд новых данных. В 1983 г. Иноуэ и его сотрудники в соавторстве с исследовательской группой из университета г. Киото обнаружили, что введение простагландина $D_2$ в минимальных количествах в мозг крыс вызывает сон. Простагландины — это эндогенные вещества, играющие важную роль в воспалительном процессе, а также в появлении лихорадки. Такие лекарства, как аспирин, которые используются как противовоспалительные и жаропонижающие средства, оказывают свое воздействие на организм путем предотвращения синтеза простагландинов. Существуют различные простагландины, одни из них изучены лучше, другие хуже. В частности, очень мало что известно о функции простагландина $D_2$ несмотря на то, что он присутствует в довольно больших количествах в мозге крыс. Исследовательская группа Риуджи Уэно и Осаму Хаяши в г. Киото обнаружила снотворный эффект этого вещества случайно, однако затем в тщательных опытах они его подтвердили. Один из существенных аспектов этого открытия заключается в том, что количество простагландина $D_2$, необходимое для того, чтобы вызвать сон, весьма близко к его естественной

концентрации в ткани мозга. Это означает, что не нужно высоких «фармакологических» доз для вызова этого эффекта; кроме того, можно предположить, что колебания концентрации простагландина $D_2$, возникающие в мозгу естественным путем, могут играть роль в регуляции сна.

Другая линия доказательств подтвердила связь между защитными (иммунными) реакциями организма, которые возникают, в частности, при воспалительном процессе, и сном. Интерлейкины принадлежат к группе веществ, выделяемых белыми кровяными тельцами и, возможно, включенных в защитные реакции организма в ответ на вторжение микробов. Адриано Фонтана, иммунолог из Цюриха, и его сотрудники показали, что интерлейкин синтезируется также в культурах некоторых клеток мозга. Стало ясно, что это вещество выполняет какую-то функцию в мозгу, хотя никаких конкретных представлений об этой функции до сих пор нет. Крюгер показал, что введение ничтожных количеств интерлейкина-1 в полость мозга кроликов погружает их в сон через несколько минут. В этих опытах удивляет временной фактор: интервал между инъекцией и началом сна значительно короче, чем в случае фактора *S* или простагландина $D_2$. Минимальное количество интерлейкина-1, вызывающее сон, можно оценить только приблизительно, поскольку его химическая структура еще неизвестна, но похоже, что оно ниже, чем у какого-либо другого вещества из тех, что изучались до сих пор. (Вазотоцин мог бы быть исключением, но его снотворный эффект не подтвержден.) Хотя эти первые результаты обнадеживают, необходимо провести еще ряд исследований, прежде чем можно будет сделать общее заключение о значении этих данных.

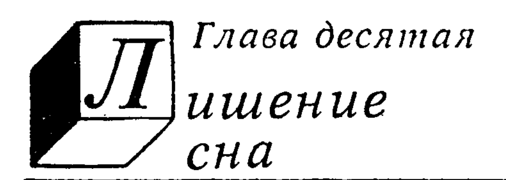
Как мы уже видели, существующие снотворные еще далеки от идеала. Одно из ограничений в использовании этих медикаментозных средств возникло после тщательного изучения ЭЭГ во время сна: сон, вызванный лекарством, не совсем то же самое, что естественный сон. Будет сделан гигантский шаг вперед в лекарственном лечении нарушений сна, если удастся использовать натуральные эндогенные вещества. Имеются серьезные основания полагать, что некоторые формы нарушений сна возникают вследствие отсутствия таких веществ в организме и что можно ликвидировать такие нарушения с помощью введения недостающих организму веществ извне. Это аналогично заместительной

терапии, успешно применяемой при лечении диабета: поджелудочная железа диабетиков выделяет недостаточное количество гормона инсулина, который приходится вводить внутривенно. Что же касается лечения расстройств сна, то такая форма терапии — дело будущего. Для того чтобы она вошла в практику, необходим значительный дальнейший прогресс в фундаментальных исследованиях проблемы сна; «вещества сна» должны быть химически идентифицированы, а механизмы их действия в достаточной степени изучены, прежде чем можно будет применять их в медицинской практике.

В заключение нашего рассказа попытаемся вспомнить различные «философские подходы», использованные авторами исследований и экспериментов, изложенных в этой главе. Вначале возникла концепция гипнотоксинов Пьерона, послужившая базой для последующих опытов, приведших к открытию фактора *S*, *SPS* и *DSIP*. Эти подходы основывались на предположении, что потребность во сне имеет химическую природу. «Давление сна» искусственно повышали с помощью его лишения или путем (возможно, менее специфическим) электрической стимуляции мозга. Этот подход не требует никаких предположений или предварительной информации о том, какова должна быть природа искомого вещества. В конце концов вещество идентифицируется с помощью последовательной очистки химических фракций исходного материала. Такой подход можно назвать агностическим в отличие от противоположного подхода, основанного на уже имеющихся нейробиологических данных. Моноаминовая теория, обсуждавшаяся в гл. 8,— хороший пример второго подхода. Она использует всю сумму знаний из области анатомии, физиологии и фармакологии для придания центральной роли в регуляции сна именно системам нейропередатчиков. Последняя четверть века исследований высветила один недостаток, присущий такому подходу: по мере того как наши знания в области нейробиологии расширяются, теории такого рода приходится постоянно приспосабливать и переформулировать, чтобы они не отставали от новейших открытий. Такие постоянные исправления приводят к тому, что первоначальная привлекательность теории постепенно исчезает.

Еще один подход заключается в тестировании методом проб и ошибок уже известных эндогенных веществ по их возможному влиянию на сон. (Связь между ВИП и сном

была выявлена именно таким образом.) Или же возьмем простагландин $D_2$, снотворный эффект которого был обнаружен случайно. Если опыты такого рода дают положительные результаты, то объяснения возникают уже после, когда производится целенаправленная проверка физиологическими методами. Какой путь ни выбирай в поиске новых веществ, самое главное — получить подтверждение эффективности вещества, ибо в конечном счете именно это определяет успех всего предприятия.[18]



# Глава десятая
# Лишение сна

> ...Предоставим докторам решать, действительно ли сон так необходим, что от этого зависит жизнь. Ибо мы определенно знаем, что царь македонский Персей, когда был узником в Риме, умер от того, что ему не давали спать; хотя Плиний приводил примеры людей, которые долгое время жили без сна.
>
> Мишель де МОНТЕНЬ

Тема этой главы важна как для фундаментальных, так и для прикладных исследований, а за пределами науки идея существования без сна обрастает интересными связями из всей истории человеческой культуры. Для современных исследователей опыты с лишением сна предоставляют уникальную возможность для проникновения в суть регуляторных механизмов и функции сна, но и те исследования, которые больше ориентированы на практические нужды, также могут многое почерпнуть в этой области.

В истории известны случаи умышленного лишения сна. Так, швейцарский психолог Герман Хубер-Вейдманн писал, что пытка бодрствованием была в ходу в Древнем Риме. Аналогичная пытка бессонницей широко использовалась в средние века, причем не только для того, чтобы вырвать признания у заключенных, но также и для «изгнания демонов». В XVIII в. немецкий лютеранский теолог Кристиан Томазиус осудил эту практику в своем труде «О праве на сон и сновидения». В этой связи парадоксальным может показаться тот факт, что депривация сна, которая всегда рассматривалась не иначе, как форма пытки, благодаря достижениям современной медицины вот уже лет пятнадцать применяется как средство лечения депрессивных больных. Мы вернемся к рассмотрению этого нового вида терапии позже и в другой связи.

В самых различных культурах преодоление тяги ко сну рассматривалось как желанная, хотя и чрезвычайно трудная цель. Мирча Элиаде, известный исследователь истории религий, писал, что австралийские аборигены не разрешали молодым людям спать в течение трех ночей во время обря-

да инициации. Герой месопотамского эпоса Гильгамеш должен был обойтись без сна в течение шести дней и ночей, чтобы приобрести бессмертие. Несмотря на все усилия, сон одолел его, и он остался среди смертных. В книге «Зрение» теолог Эрнст Бенц отметил несколько случаев аскетического бодрствования, предпринятого с целью более глубокого самосозерцания. Один такой пример — это панихида у ранних христианских монахов, продолжавшаяся всю ночь. В монастырях Ближнего Востока ритуал не позволял его участникам спать более 3—4 ч, так как вечерняя служба заканчивалась далеко за полночь, а утренняя начиналась уже в четыре.

Многие великие философы-аскеты превозносили борьбу со сном, так как рассматривали время, проведенное во сне, как потерянное, растраченное впустую. Чтобы достичь своей цели, они, например, подкладывали под голову камни вместо подушек. Некий Петер из Алкантары, который во время отдыха клал голову на острый кол, никогда не спал больше 1,5 ч в сутки, и так в течение сорока лет. В конце XVIII столетия немецкий поэт и мистик Новалис восхвалял бессонницу, полагая, что «чем меньше мы спим, тем больше мы приближаемся к совершенству».

## Экспериментальное лишение сна

В 1896 г. Пэтрик и Джилберт, два исследователя, работавших в лаборатории психологии университета Айовы, опубликовали сообщение об эффектах 90-часовой депривации сна у трех здоровых молодых мужчин. За этим первым научным исследованием последовал ряд других[19]. Одним из участников был 28-летний ассистент университета. В течение этих 90 ч, проведенных без сна, он пытался, насколько это было возможным, продолжать днем свои обычные занятия; по ночам он читал или играл в тихие игры — в начале эксперимента, а на более поздних его этапах выходил гулять. Участники опыта периодически подвергались психологическому и физиологическому обследованию.

Первая ночь эксперимента прошла относительно легко, но уже вторую ночь желание спать стало чрезвычайно сильным. К концу опыта один из испытуемых не мог спокойно сидеть, так как немедленно засыпал, несмотря на то, что вся сила его воли была направлена на то, чтобы не заснуть. Начиная со второй ночи у него стали появляться галлюцинации и нарушения восприятия. Испытуемый жаловался,

что не может ходить, так как пол покрыт слоем каких-то липких, подвижных частиц. Еще позже он заявил, что весь воздух кругом заполнен цветными пятнышками. Эти иллюзии восприятия полностью исчезли после того, как испытуемый отоспался, проспав 10,5 ч после окончания эксперимента. У двух других испытуемых нарушений восприятия во время лишения сна не наблюдалось, но им стоило немалых усилий поддерживать бодрствование. Аналогичным образом они ощутили полное восстановление и чувство отдыха после длительного отсыпания.

## Мировой рекорд

В 1960-х годах были предприняты три серии опытов, участники которых поддерживали состояние бодрствования 7—9 суток в условиях тщательного контроля и наблюдения в лаборатории. В 1965 г. Ренди Гарднер, 17-летний калифорнийский учащийся, решил поставить новый мировой рекорд. Большую часть времени он провел в компании двух своих приятелей, которые все время старались, с нарастающими трудностями, удерживать его в состоянии бодрствования в течение нескольких суток. В последние 90 ч опыта специалист по сну Вильям Демент и его сотрудники взяли на себя задачу по наблюдению за поддержанием бодрствования. Хотя некоторые последствия лишения сна и отмечались, они были на удивление слабовыраженными. После 4—5 суток этот молодой человек стал раздражительным и подозрительным. У него стали возникать галлюцинации среди бела дня и наблюдалось ухудшение памяти. Во время одной ночной прогулки у него было выраженное нарушение восприятия. Демент описал те многочисленные трудности, которые приходилось преодолевать, особенно ночью, чтобы поддерживать у этого человека состояние бодрствования, поскольку он ощущал тяжесть и болезненность век и стал терять интерес к продолжению эксперимента. Днем ему было несколько легче. К концу опыта пресса и телевидение стали проявлять к нему интерес, и это, естественно, вновь повысило мотивацию Ренди. Через 11 суток от начала опыта Ренди провел свою последнюю пресс-конференцию, на которой он смог вырезать из дерева прелестную фигурку. По словам Демента, когда Ренди спросили, как ему удалось установить новый мировой рекорд, он ответил: «Это победа духа над материей». После того как он провел без сна 264 ч 12 мин, он погрузился в глубокий сон в лаборатории по изуче-

нию сна военно-морского госпиталя в Сан-Диего и проспал 14 ч 40 мин; проснувшись, он был практически здоров.

## Состояние здоровья и уровень работоспособности после лишения сна

По мнению Демента, мировой рекорд Ренди Гарднера продемонстрировал, что человек может долгое время обходиться без сна и при этом не происходит серьезных нарушений психики. Однако он подчеркнул, что несколько важных факторов были «повинны» в успехе Ренди: его прекрасная физическая подготовка, сильная психологическая мотивация и поддержка, которую он получал как от контролировавших эксперимент наблюдателей, так и от средств массовой информации. Потому что во многих других опытах по лишению сна отмечались гораздо более серьезные нарушения у их участников. Некоторые из них собраны в книге Германна Хубер-Вайдманна «Сон, его нарушения и депривация» (1976).

Давайте теперь проследим за типичным экспериментом такого рода. В первую ночь обычно не возникает проблем. Если проводится групповой опыт, как чаще всего и бывает, то для первой фазы характерно ровное и жизнерадостное настроение испытуемых. Участники относятся к происходящему как к соревнованию или конкурсу, где они хотят выиграть, и в этой начальной фазе проявляют склонность к сотрудничеству и инициативу. Приподнятое настроение сохраняется и на следующий день. Но уже во вторую ночь испытуемые прилагают бóльшие усилия, чтобы сохранить бодрствование, и время между 3 и 5 часами утра является критическим: потребность во сне становится непреодолимой. Если участникам дают решать какие-то длинные задачи, то они непременно засыпают, но когда экспериментатор будит их, категорически отрицают, что спали. На третий день жизнерадостная атмосфера бесследно улетучивается. Люди становятся мрачными, напряженными, предлагаемые им задания выполняют без всякого энтузиазма. Безразличие и апатия нарастают, испытуемые становятся крайне раздражительными. Хотя они еще и выполняют указания экспериментатора, но делают это безынициативно. В этой фазе наблюдаются резкие смены настроений, когда раздражительность внезапно сменяется перевозбуждением. Третью ночь без сна испытуемые уже не могут провести без посторонней помощи. Чтобы не давать им уснуть, эксперимента-

тору приходится придумывать все новые и новые занятия и развлечения. Единственным эффективным методом остается движение — прогулки, гимнастические упражнения. На поздних стадиях лишения сна вновь самыми трудными являются ранние утренние часы. Когда этот критический период проходит, потребность в сне ослабляется. Начиная с третьей ночи, часто возникают периоды так называемого микросна. Участник опыта вдруг замирает и неподвижно смотрит в пространство в течение 1—3 с. В дальнейшем эти периоды могут доходить до 6 с. В эти короткие периоды на ЭЭГ отмечаются типичные признаки сна.

Окончание периода микросна сопровождается полным возвращением сознания. В этой стадии часто возникают нарушения восприятия. Впечатление такое, что граница между сном и бодрствованием стирается, так что своего рода галлюцинации, которые часто возникают при переходе ко сну, начинают прорываться в бодрствование. Судя по отчетам испытуемых, у них возникают как иллюзии (искаженное восприятие реальных объектов), так и истинные галлюцинации (ложное восприятие несуществующих объектов). Поверхность предметов начинает колыхаться; пол покрывается паутиной; лица окружающих то появляются, то исчезают. Возникают также и слуховые иллюзии: участникам опыта чудятся голоса в звуках льющейся из-под крана воды, и каждому кажется, что говорят именно о нем. Неоднократно приводилась одна тактильная иллюзия, получившая название «феномен шляпы»: испытуемый чувствует, что ему на лоб давит что-то круглое, как если бы он надел шляпу.

Если депривация длится более четырех суток, то наряду с нарушением восприятия появляются бредовые явления. Испытуемые становятся все более подозрительными, им все время кажется, что за спиной у них что-то происходит, что от них что-то скрывают. Один испытуемый после четырех суток лишения сна заявил, например, что экспериментатор что-то подсыпает ему в кофе. В другом таком исследовании один из участников внезапно проникся убеждением, что организаторы хотят убить его. Он позвонил жене и попросил вызвать полицию. Наконец, длительная депривация может вызвать симптомы деперсонализации, когда субъект теряет ясное ощущение своего собственного «я» и не может более нормально контактировать с окружающим миром. Такие серьезные психические расстройства можно назвать истинными психозами лишения сна.

Интересно отметить, что все эти столь явные психические нарушения не сопровождаются соответствующими органическими симптомами. Довольно рано возникают такие симптомы, как жжение и боль в веках и глазах, раздвоение поля зрения. Иногда испытуемые жалуются на боли в разных частях тела, легкий тремор, нарушение чувствительности рук и ног. Однако, несмотря на интенсивные усилия, не удалось обнаружить никаких явных признаков изменений метаболической активности, вызванных лишением сна.

По очевидным причинам большая часть таких опытов по лишению сна была предпринята с целью наблюдения главным образом за психологическим состоянием человека и умственной работоспособностью в этих условиях, что выявляется с помощью различных тестов. В длинных опытах потеря способности к выполнению таких тестов в значительной степени связана со снижением мотивации и с эпизодами микросна. Микросон вырастает в особую проблему, когда испытуемому предлагают такую задачу, которая требует длительной сосредоточенности. Американский исследователь сна Гарольд Вильямс и его коллеги провели исследование, в котором испытуемые в течение 10 мин сидели перед экраном монитора, на котором каждую секунду вспыхивали разные буквы. Испытуемый должен был нажимать на кнопку каждый раз, как появлялась буква «X», она появлялась примерно в каждом четвертом случае. До начала опыта испытуемые выполняли эту простую задачу практически без ошибок, но после трех суток, проведенных без сна, они пропускали эту букву примерно в 25% случаев, но часто ошибочно нажимали на кнопку при предъявлении других букв. Несомненно, что именно эпизоды микросна были главной причиной нарушения внимания при выполнении теста.

Результаты этого опыта имеют и практическое значение, так как такие периоды отключения на 1—2 с — хорошо известное и чрезвычайно опасное явление, возникающее у водителей при переутомлении. Падение функциональных возможностей особенно заметно в тех ситуациях, где концентрацию внимания требуется сохранить длительное время[20]. С другой стороны, поразительно то, что в отношении задач, требующих проявления сосредоточенности лишь на короткое время, никаких нарушений их выполнения не возникает даже после нескольких суток лишения сна. Также не менее удивительно и неоднократно подтверждено в разных

тестах, что уже одного периода сна достаточно для того, чтобы полностью устранить все психологические нарушения и ухудшения выполнения тестов, возникающие вследствие депривации. Только в нескольких особых случаях эти явления сохранялись еще некоторое время. Также чрезвычайно редко после окончания эксперимента продолжали сохраняться психопатические изменения личности, и во всех этих случаях существовали достаточно серьезные основания полагать, что предрасположенность к таким сдвигам уже существовала до начала опытов и стресс, вызванный процедурой лишения сна, лишь способствовал их проявлению.

## Можно ли научиться обходиться без сна?

Как и религиозные аскеты в средние века, в наши дни многие люди считают сон потерянным временем. Они жалеют, что в сутках только 24 ч и что у них не хватает времени на все. Как было бы замечательно использовать для разных дел целую треть жизни, пропадающую попусту! Мы уже видели, что действительно существуют такие короткоспящие, которые вроде бы приближаются к этому идеалу. Но как быть с большинством нормальных людей? Можно ли научиться обходиться минимальным количеством сна?

Этот вопрос разрабатывался не так давно группой Лаверна Джонсона в Калифорнии. В опытах участвовали четыре молодые супружеские пары. Три из них спали обычно по 8 ч за ночь, а четвертая — 6,5 ч. Перед ними поставили задачу: постепенно уменьшить свой сон до 5,5 ч или менее с помощью простого метода: они должны постепенно изменять режим сна, ложась спать на час позже, через две-три недели — еще на час позже и т. д. Когда таким образом они достигали минимального сна, то поддерживали этот режим в течение месяца, затем уменьшали сон еще на полчаса и проводили так еще 2 месяца. Те три пары, которые обычно спали по 8 ч, смогли снизить ночной сон до 5,5—5—4,5 ч.

Та пара, которая обычно спала 6,5 ч, перешла на пятичасовой режим сна. На следующие полгода испытуемым было разрешено самим выбрать подходящий режим. Любопытно, что все три пары, которые до начала опыта спали обычно 8 ч, выбрали режим ограниченного сна от 5,5 до 7,3 ч, в среднем 6,4 ч. Это исследование показало, что и самые обычные люди могут значительно снизить продолжительность своего сна на целый час или даже два и сохра-

нять такой режим длительное время. Аналогичная работа, выполненная той же группой исследователей несколько ранее, дала сходные результаты (рис. 27).

Каково же было самочувствие у участников этого опыта? Те семейные пары, которые в норме спали по 8 ч, стали с трудом просыпаться по утрам, начиная с того момента, как они перешли на режим 6,5-часового сна и менее, и жаловались на усталость. По мере дальнейшего сокращения сна они стали чаще просыпáть время подъема по утрам, и их все сильнее тянуло поспать днем. В конечном счете переутомление явилось главной причиной того, что участники опыта не стали еще больше сокращать свой сон. Однако различные психологические тесты, которые им предъявлялись по

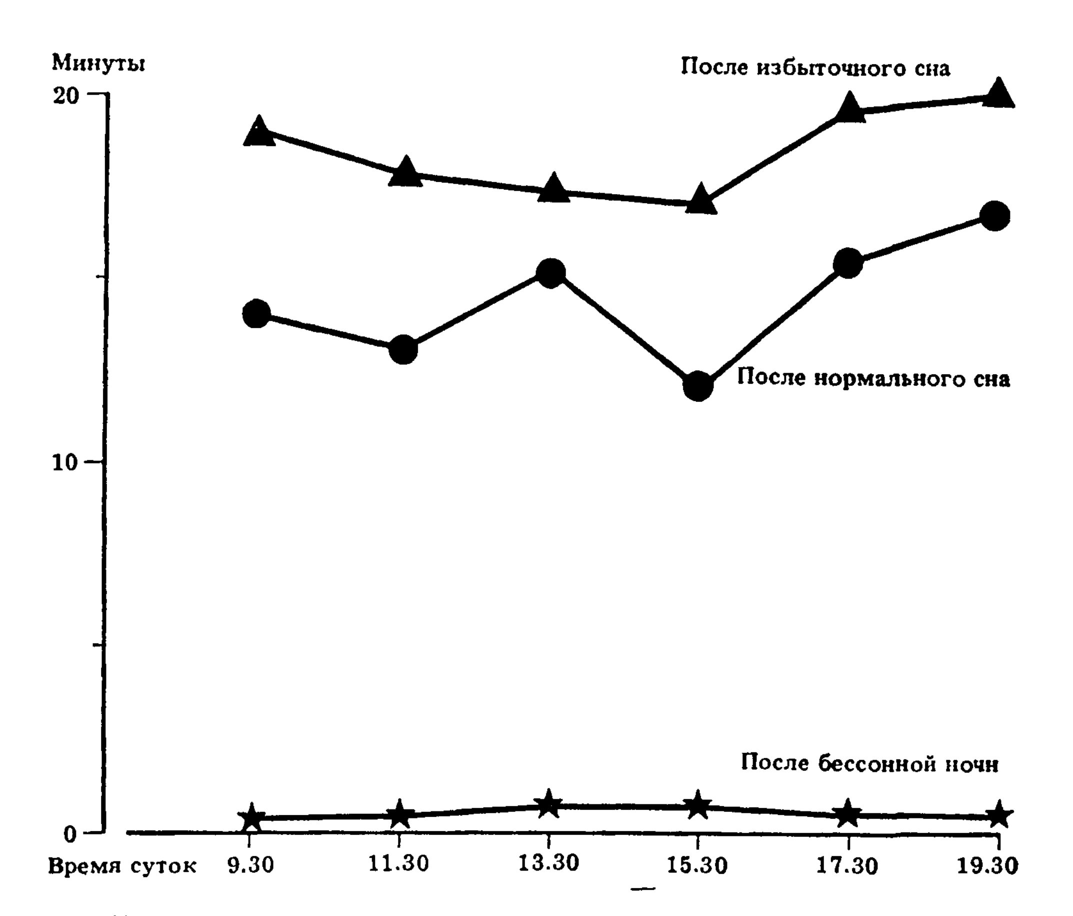



*Рис. 27.* Время засыпания. Повторные попытки заснуть в дневное время после долгого сна, нормального сна и бессонной ночи. Каждые 2 ч от 9.30 утра до 7.30 вечера испытуемые ложатся в постель. Если они засыпают, то их немедленно пробуждают. Интервал времени, необходимый для того, чтобы заснуть, является мерой сонливости. После долгого ночного сна участникам эксперимента требуется больше времени, чтобы заснуть; после бессонной ночи это время резко сокращается. Каждая точка представляет усредненное значение

ходу эксперимента, не выявили никаких заметных нарушений или снижения умственной работоспособности из-за уменьшения времени сна.

В дальнейшем работа американских исследователей сна Мэри Карскадон и Вильяма Демента показала, что снижение ежесуточного сна с обычных 7—9 до 5 ч увеличивает субъективно ощущаемую сонливость в дневное время. Этот эффект «накопления нехватки сна» полностью исчезает уже после первого 10-часового периода восстановительного сна.

## Действительно ли мы хронически недосыпаем?

Этот провокационный вопрос был поставлен в заглавие статьи, опубликованной в 1975 г. американскими исследователями сна Уилсом Уэббом и Харманом Эгню. Уже отмечалось, что многие люди не прочь поспать лишний часок. Регистрация поведенческого цикла «активность — покой» подтвердила, что в выходные дни многие действительно спят дольше. Является ли этот добавочный сон субботним и воскресным утром компенсацией того дефицита сна, который мы испытываем всю неделю? Или же это просто некая роскошь, не имеющая никакого практического значения и без которой вполне можно обойтись?

В то время наши знания еще были недостаточны, чтобы определенно ответить на этот вопрос, но опубликованное впоследствии исследование Карскадон и Демента кое-что дало в этом отношении. В течение ряда лет эти исследователи занимались вопросом дневной сонливости. Один из главных методов для измерения степени сонливости называется «множественный тест латентности сна», которому подвергаются испытуемые каждые 2 ч с утра до вечера. Тестируемый ложится в темной комнате и пытается уснуть. Как только в записях ЭЭГ и ЭМГ появляются первые признаки сна, его будят. Тестирование продолжается не более 20 мин; если за это время испытуемый не засыпает, оно прекращается. Время от начала регистрации до момента засыпания (т. е. латентность сна) является мерой дневной сонливости Как показано на рис. 27, латентность сна резко падает после бессонной ночи. Но интересно также, что латентность сна увеличивается (т. е. сонливость снижается), если испытуемый переспал в предыдущую ночь, т. е. спал на 3—4 ч больше, чем обычно. Эти результаты свидетельствуют в пользу предположения, что реальная продолжительность нашего

сна ниже идеальной. Надо, однако, отметить, что это исследование Карскадон и Дементa проводилось на студентах, и неизвестно, можно ли распространить выявленные закономерности на все население.

В этой связи необходимо отметить еще и другой практический аспект долгого сна в выходной день: если сегодня переспишь, то на следующую ночь не уснешь, что хорошо знают все те, кто любит всласть поспать по воскресеньям. Большинство людей не любит ложиться спать пораньше, а утром они вынуждены вставать в то время, которое диктуется их служебной или семейной необходимостью, так что достигнуть идеальной продолжительности сна не удается. По этой причине жизнь протекает на фоне более или менее постоянного дефицита сна, и после напряженной рабочей недели происходит его компенсация. Таким образом, хроническое недосыпание по рабочим дням и пересыпание по утрам в выходные дни — взаимосвязанные явления.

## Депривация и стадии сна

Мы уже отмечали, что если человек не спит несколько суток, то это вовсе не означает, что столько же времени ему потребуется на восстановление. Ренди Гарднер потерял почти 90 ч сна, когда устанавливал свой мировой рекорд, но после эксперимента он проспал всего на 7 ч дольше, чем обычно. Возникает вопрос о том, что, возможно, в таких случаях после продолжительного бодрствования сон становится более глубоким или более насыщенным. Можно ли по распределениям стадий сна в ЭЭГ-записях понять что-либо в отношении того, как все-таки происходит это поразительно эффективное восстановление после депривации?

В тех опытах по лишению сна, когда проводилась регистрация восстановительного сна в лаборатории, было обнаружено, что основным эффектом является увеличение глубокого медленного сна. После почти 200-часового непрерывного бодрствования, например, процент глубокого медленного сна в первые 9 ч записи увеличился более чем вдвое по сравнению с нормой. В других опытах также было показано, что глубокий сон весьма чувствительно реагирует на длительные периоды бодрствования, даже одна-единственная бессонная ночь уже приводит к его увеличению. Вполне обоснованным будет в этой связи заключение, что увеличение представленности глубокого медленного сна отражает усиление насыщенности, интенсивности сна.

Совсем другая ситуация возникает в отношении парадоксального сна. Его представленность тоже может возрастать после периода длительного лишения сна (например, после 205 ч бодрствования в первые 9 ч записи отмечалось на 57% больше парадоксального сна, чем в норме); однако кратковременная депривация сна (до четырех суток), как правило, не дает увеличения парадоксального сна в первую восстановительную ночь. В то же время подъем парадоксального сна может возникать с задержкой во вторую восстановительную ночь.

Эксперименты по депривации сна подтверждают существование двух различных регуляторных механизмов — для глубокого медленного и для парадоксального сна. В то время как процент глубокого медленного сна возрастает сразу же даже после кратковременной депривации, пред-

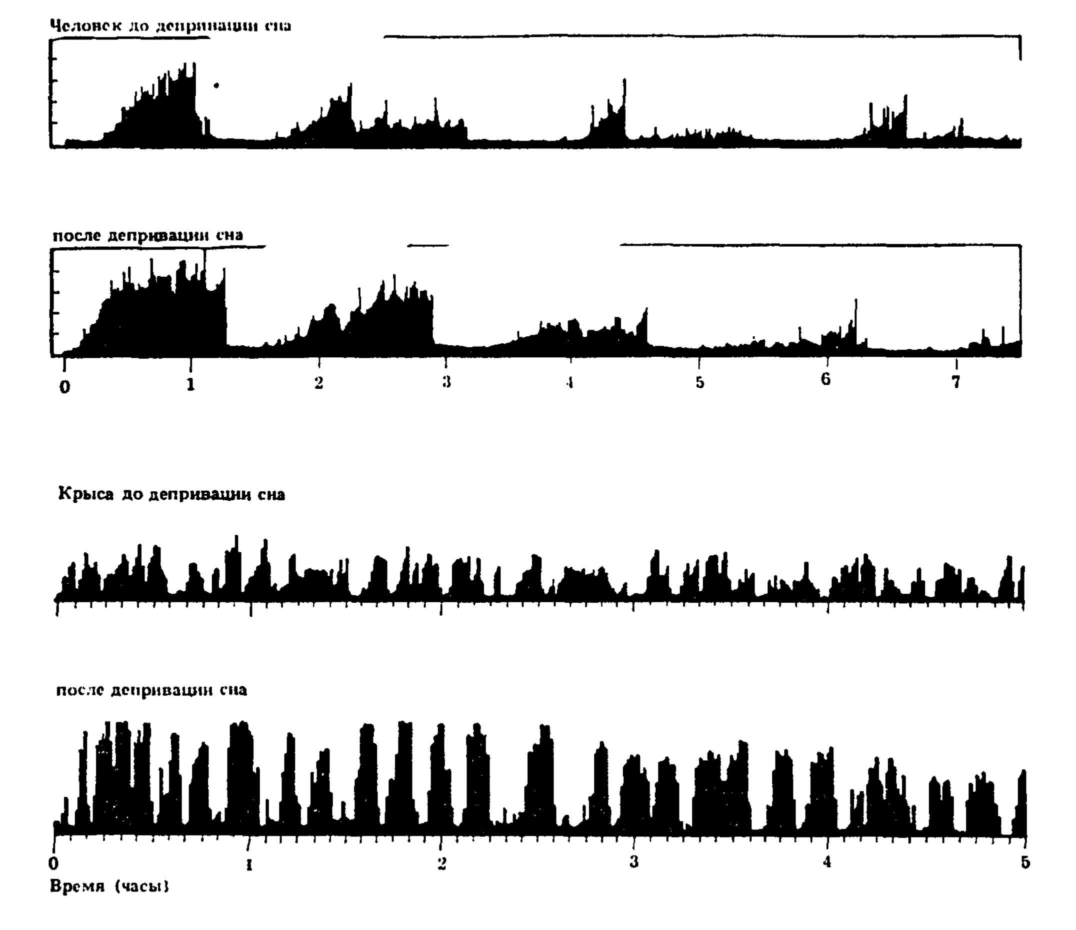



*Рис. 28.* Депривация сна увеличивает процент медленных волн в ЭЭГ у человека и у крысы. Показаны спектральные записи медленных волн (1—4 Гц) ЭЭГ во время сна. Человек — после 40,5 ч без сна (ср. с рис. 5), крыса — после 24 ч без сна (ср. с рис. 23)

ставленность парадоксального сна меняется только после достаточно длительных периодов бодрствования. Опыты, в которых испытуемых не лишали сна полностью, а только снижали его количество, также подтвердили приоритет глубокого медленного сна. В исследовании четырех семейных пар, о котором рассказывалось выше, где они постепенно снижали длительность своего ночного сна на 1,5—3,5 ч, было обнаружено, что длительность стадии *4* (самый глубокий медленный сон) возрастает, несмотря на уменьшение всего сна; с другой стороны, длительность парадоксального сна снижается. Уменьшение общего времени сна происходит главным образом за счет стадии *2*. Другие опыты подтвердили, что, когда общее количество сна снижается, представленность глубоких стадий *(3+4)* медленного сна не меняется или даже возрастает, тогда как парадоксальный сон сокращается.

Как мы видели ранее (гл. 2), подразделение медленного сна на различные стадии покоится на довольно-таки произвольных критериях, и методика спектрального анализа ЭЭГ дает гораздо более точную картину динамики сдвигов, возникающих в мозге во сне. Так как глубокий медленный сон характеризуется значительной представленностью медленных волн дельта-частотного диапазона (1—4 Гц), то мы решили исследовать эффект кратковременной депривации сна на медленные волны ЭЭГ. Результаты, показанные на рис. 28, получены как в исследованиях на испытуемых, так и в опытах на крысах. Видно, что в обоих случаях лишение сна приводит к значительному увеличению медленных волн ЭЭГ и что периодически возникающие пики, соответствующие фазам глубокого медленного сна, выше и шире, чем в контроле. Лишение сна явно отражается в медленноволновой активности ЭЭГ сна. Мы еще вернемся к этому важному факту при изложении другого материала в последней главе.

### Избирательное лишение стадий сна

Не так давно мы с коллегами по лаборатории сна в Цюрихе предприняли исследование по избирательному лишению одного испытуемого парадоксального сна в течение трех последовательных ночей. Роберт, студент-медик, принимавший участие в предыдущих опытах, выразил желание быть испытуемым и на этот раз. После того как к его скальпу, лицу и подбородку прикрепили электроды, он лег в по-

стель в обычное для себя время. Мы регистрировали его полиграмму и определяли стадии сна. После первого периода глубокого медленного сна в записи появились признаки парадоксального сна: произошло уплощение ЭЭГ с характерными мелкими быстрыми волнами, а мышечный тонус исчез. Мы немедленно вошли в комнату, где спал Роберт, и разбудили его, попросив при этом отметить на шкале свои ощущения: был ли его сон легким или глубоким. Затем мы задали ему еще несколько вопросов и вышли, предоставив ему возможность вновь уснуть. Как показано на рис. 29, попытки перейти в парадоксальный сон стали повторяться с нарастающей частотой. При анализе записей всех трех последовательных ночей видно, что количество пробуждений, которое мы должны были делать, чтобы не давать Роберту спать парадоксальным сном, нарастало от ночи к ночи. Интересно отметить, что лишение его этой стадии сна вызывало нарастающее «давление» парадоксального сна, но это давление не было постоянным всю ночь. Оно проявлялось только периодически, между этими периодами, когда нам приходилось часто будить его, были интервалы примерно по часу каждый, которые были заполнены непрерывным медленным сном. К концу третьей ночи наступления парадоксального сна стали такими частыми, что наш испытуемый каждый раз впадал в это состояние уже через несколько секунд после того, как мы его будили, так что нам приходилось дробить его сон на очень короткие интервалы.

Исследования по лишению парадоксального сна впервые проводились Вильямом Дементом в 1960-х годах. В то вре-




*Рис. 29.* Лишение парадоксального сна методом пробуждений в течение трех последовательных ночей. «Давление» парадоксального сна нарастает в ходе его депривации. Испытуемого пробуждали в самом начале каждого периода парадоксального сна в течение трех последовательных ночей и таким образом лишали его парадоксального сна. Вертикальными черточками отмечены пробуждения. Их количество нарастает от ночи к ночи

мя, спустя лишь несколько лет после открытия парадоксального сна, в научных кругах превалировала та точка зрения, что сновидения возникают только в этой фазе, так что лишение парадоксального сна приравнивалось к депривации сновидений. К сожалению, в этом самом первом опыте по избирательному лишению парадоксального сна у человека произошло неблагоприятное стечение экспериментальных обстоятельств, вследствие чего Демент пришел к ошибочному выводу о повышении раздражительности и рассеянности у испытуемых. Этот вывод, в свою очередь, повлек за собой гипотезу о том, что сновидения необходимы для поддержания психического равновесия в здоровом организме. Сам Демент отверг это предположение, после того как провел более тщательную проверку, и последующие опыты, выполненные другими исследователями, подтвердили, что лишение парадоксального сна отнюдь не вызывает у испытуемых никаких психических расстройств. И тем не менее ошибочное представление о том, что депривация парадоксального сна нарушает психику, сохранилось до наших дней.

Если лишать испытуемых парадоксального сна несколько суток подряд, то в восстановительную ночь можно наблюдать повышение представленности парадоксального сна. Создается впечатление, что организм пытается скомпенсировать нехватку этой фазы сна. Однако такая отдача парадоксального сна отмечается не всегда и даже может вообще отсутствовать, как это было в нашем эксперименте с Робертом. Предполагается, что эти индивидуальные различия связаны с личностными особенностями испытуемых.

Мы уже говорили о том, что эффекты тотальной депривации сна на медленные волны ЭЭГ у людей и крыс очень схожи. То же сходство реакций отмечается и в отношении парадоксального сна, так как его отдача возникает у животных после тотальной депривации сна, так же как и после избирательного лишения одной парадоксальной его фазы. Это можно рассматривать в качестве еще одного свидетельства того, что не только внешние проявления обеих фаз сна, но и их фундаментальные регуляторные механизмы принципиально одинаковы у всех млекопитающих.[21]

До сих пор наша дискуссия об избирательной депривации сна ограничивалась парадоксальным сном. Возможно ли произвести депривацию других стадий? Избирательное лишение всего медленного сна невозможно, так как он занимает 75—85% сна, и посему такая депривация будет неотли-

чима от тотальной. Возможно, однако, лишать испытуемых глубокого медленного сна. В начале 60-х годов были впервые предприняты опыты, в которых участников подбуживали при каждом наступлении стадии *4*. Интенсивность стимулов подбирали такой, чтобы они не совсем будили испытуемых, а лишь вызывали переход в более поверхностные стадии. Таким способом удалось довольно эффективно предотвращать появление глубокого медленного сна, так же как в опытах с лишением парадоксальной фазы. И в этих опытах участников приходилось подбуживать с нарастающей частотой. В восстановительную ночь наблюдалась отдача стадии *4*. Интерпретировать эти результаты не так легко, потому что глубокий медленный сон можно отличить от других стадий только по более высокой представленности медленных волн ЭЭГ. Тогда депривация глубокого медленного сна может вызвать увеличение медленных волн ЭЭГ в других стадиях сна — компенсаторный феномен, который мы наблюдали в наших собственных экспериментах. По этой причине избирательное лишение глубокого медленного сна — более трудная задача, чем депривация парадоксального сна, и поэтому может быть осуществлена лишь отчасти.

## Депривация сна как метод лечения депрессий

Эндогенные депрессии являются наряду с шизофренией наиболее распространенными формами серьезных психических расстройств. У этих больных обычно превалируют чувства безнадежности, тоски и вины. В выраженных случаях исчезает желание или способность проявлять инициативу, ибо больным все представляется одинаково бессмысленным и непреодолимо трудным. Для многих в состоянии тяжелой депрессии только самоубийство представляется единственным способом прекращения их страданий.

Нарушения сна во многих случаях являются ранним симптомом депрессивного заболевания. У депрессивных больных сон поверхностный, часты ночные пробуждения. Распространенная форма нарушений сна при депрессии — это утренняя бессонница. Невероятно, но факт, что полная депривация этого уже расстроенного сна приводит к заметному улучшению состояния у многих депрессивных больных. С тех пор, как в конце 60-х годов положительный эффект лишения сна был обнаружен впервые, многочисленные

исследовательские группы тщательно изучали этот вид лечения.

Как же проводится терапия с помощью лишения сна? Пациент или группа больных поддерживается всю ночь в состоянии бодрствования персоналом психиатрической больницы. В зависимости от тяжести состояния пациенты всю ночь играют в карты, читают, гуляют, вяжут и т. д. У тех, кому посчастливится войти в те 40% депрессивных больных, которые хорошо реагируют на это воздействие, в ранние предутренние часы состояние улучшается. Они становятся более общительными и активными; настроение поднимается. Особенно эффективно это улучшение состояния у тех больных, которые страдают от депрессии уже длительное время. Это улучшение состояния больного продолжается и на следующий день, иногда даже прогрессирует. К сожалению, первый же период сна вновь погружает больного в депрессию, и лишь в редких случаях отмечается стойкий лечебный эффект. Из-за того, что этот тип терапии оказывает столь короткий эффект, а нагрузка на персонал больницы резко возрастает, его практическое применение весьма ограничено.

В настоящее время раличные группы исследователей изучают способы лечения депрессии с помощью депривации сна, которые давали бы более стойкий эффект и не требовали столько персонала и времени для их проведения. Показано, что можно достигнуть долговременного улучшения путем комбинирования депривации сна с медикаментозным лечением антидепрессантами. Имеются также данные о том, что уменьшение сна лишь на несколько часов дает облегчающий эффект. Тот факт, что простое изменение цикла «сон — бодрствование» дает заметный антидепрессивный эффект, создает для исследователей заманчивую, но пока неразрешимую задачу. Решение этой проблемы продвинет нас ближе к пониманию биологической основы депрессии. В последней главе мы обсудим гипотезу, построенную на одной модели регуляции сна, которая, быть может, содержит в себе зачатки истины.

# Глава одиннадцатая

# Сон как биологический ритм

Многие думают, что это безразлично, когда они спят свои семь часов, днем или ночью. Они предаются занятиям или наслаждениям далеко за полночь и надеются отоспаться в утренние часы, полагая, что это будет равноценно вечернему сну. Я хотел бы предостеречь всех тех, кто дорожит своим здоровьем, от этого опасного заблуждения.

ГУФФЛАНД

Большинство людей ложатся спать и встают в одно и то же время год за годом. Возможны небольшие колебания, связанные с выходными днями, праздниками или отпуском, но в целом регулярность нашего ритма «покой — активность» четко прослеживается при длительной регистрации. Рис 30 показывает ритм «покоя—активности» у работающего мужчины, который в течение года не снимая носил на руке небольшой регистратор активности, закрепленный на часовом браслете. Фаза покоя продолжалась приблизительно 6,5—7 ч, обычно с 12.30 до 7.30 утра. Видны два скачка ритмической активности, вызванные сдвигами реального суточного времени при перелетах из Европы в США.

С незапамятных времен люди с наступлением темноты укрывались в жилищах, так как в темноте мало что можно делать, а риск и опасность были велики. После захода солнца люди занимались домом, семьей и подготовкой ко сну. Появление искусственного электрического освещения, залившего светом не только отдельные дома, но и целые города, полностью изменило нашу жизнь, сделав возможным продолжение дневной активности и в ночное время. Этот пример прогресса, который Уэбб назвал «эффектом Эдисона», предоставил людям соблазнительную возможность удлинить вечерние часы отдыха за счет сна. Телевидение приносит нам развлечения, которые продолжаются далеко за полночь, так что у людей возникает ощущение, что если они вовремя лягут спать, то обязательно пропустят самое интересное. Решение рано лечь спать превращается в какой-то акт самоотречения. Трудно удержаться от искушения и не дать внешней обстановке возможности диктовать время

отхода ко сну. Но можно ли на самом деле произвольно отсрочить или изменить время сна, руководствуясь только лишь своим самочувствием? Что случится, если человек сможет ложиться и вставать, когда ему заблагорассудится, без всякого давления извне и при этом не будет знать, который теперь час? Во что выльется такая «райская жизнь» с неограниченными возможностями для сна? И если создать такие исключительные условия, то как будут чередоваться периоды сна и бодрствования: в случайном порядке или все же подчиняясь определенному ритму?

## «Безвременна́я» среда

Даже если человек живет один, без часов и в полной изоляции, он все же не может полностью избежать

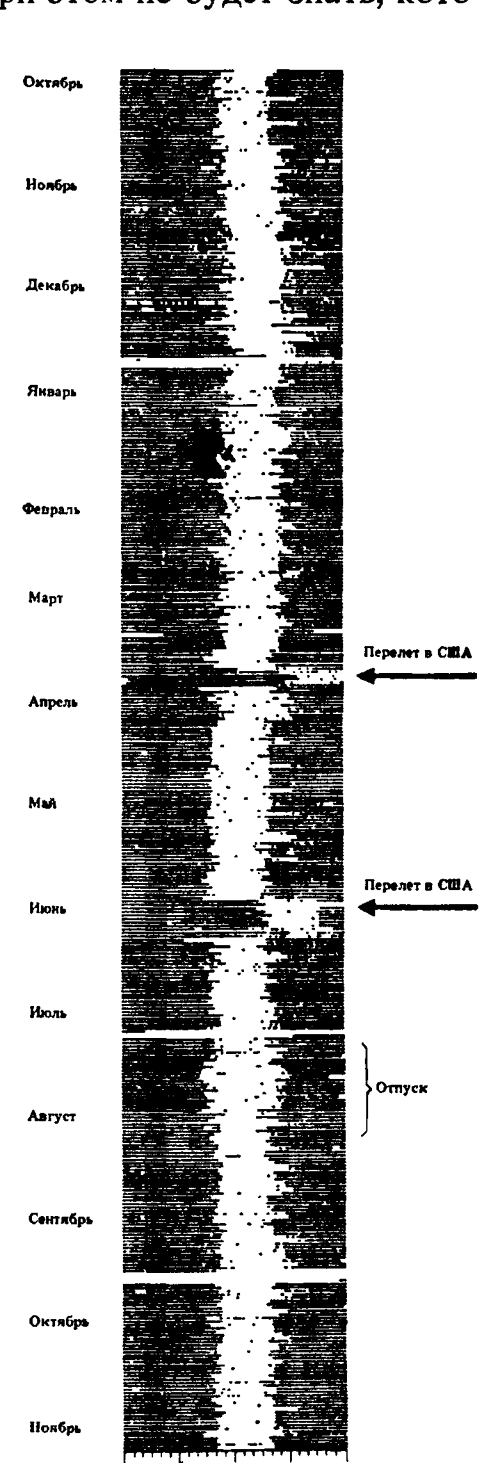



*Рис. 30.* Годичный ритм «покоя — активности» испытуемого. Каждая горизонтальная линия представляет одни сутки, от 3 часов одного дня до 3 часов последующего дня. Черные линии — периоды активности, светлые промежутки — периоды покоя. Время засыпания и пробуждения лишь слегка вырьирует. Две поездки из Европы в США вызывают два явных броска на рисунке, которые вызваны сменой часовых поясов. Во время летнего отпуска общее время сна несколько удлиняется. Поздние пробуждения по выходным выражаются в виде периодических расширений белых промежутков, приходящихся на утренние часы. В тех случаях когда суточная активность вообще не записана, регистрирующее устройство было временно выключено

влияния смены дня и ночи. Свет, звук и шум, проникающие извне, дают приблизительную информацию о времени суток. Если необходимо устранить все внешние «индикаторы времени», то надо либо уехать на далекий север, где солнце летом светит круглые сутки, либо проникнуть в глубокую пещеру, которой не достигают ни свет, ни звук.

В начале 60-х годов ученые начали изучать вопрос, как ведут себя люди, если они не имеют представления относительно солнечного времени в течение нескольких суток или даже недель. Это были годы, когда человечество готовилось исследовать Луну и ближайшие области Вселенной. Перспектива космических путешествий вдохновляла как ученых, так и политиков, так что громадные правительственные ассигнования стали отпускаться на биомедицинские исследования. Один из важнейших вопросов, возникший в этой связи: смогут ли астронавты приспособиться к внеземным условиям? Интерес аэрокосмической администрации к этим проблемам породил фундаментальные исследования биологических ритмов человека, области, которая до тех пор находилась, в общем, в довольно-таки запущенном состоянии. Мишель Сифр, отважный молодой французский исследователь пещер, именно в это время перешел от геологических к биологическим работам. Вместе со своими коллегами он проводил недели и месяцы в полной изоляции глубоко под Землей и изучал эффекты такого пребывания на человеческий организм. В этих опытах в холодных, сырых пещерах, да к тому же не всегда полностью безопасных, научный поиск и поиск приключений сочетались необычным образом.

Юрген Ашофф, директор Института поведенческой физиологии имени Макса Планка в баварском городе Эрлинг-Андехс, и один из его сотрудников, физик Рютгер Вивер, подошли к решению той же самой проблемы с более здравой и осмысленной позиции. Они реконструировали пустой бункер за городом, превратив его в экспериментальную исследовательскую лабораторию, где два испытуемых могли проводить в полной изоляции по нескольку недель. При этом каждый участник жил в своем собственном помещении, состоящем из жилой комнаты, кухни, туалета и душевой. Комнаты в бункере были построены так, что скрадывали все внешние шумы и свет, но имелся грузовой лифт, с помощью которого испытуемый мог осуществлять контакт с внешним миром. Естественно, в бункере не было часов, радио и других приборов, которые могли дать

информацию о времени суток. В ходе опыта регистрировали целый ряд параметров. Двигательную активность замеряли с помощью датчиков, установленных под полом, а температуру — ректальным термометром, В некоторых опытах испытуемым время от времени предъявляются различные психологические тесты, производится сбор и химический анализ мочи. Вивер обобщил результаты наблюдений более двухсот участников этих опытов в монографии «Циркадная система человека».

Перед тем как вернуться к результатам этих опытов, давайте рассмотрим следующий вопрос: как себя чувствуют участники эксперимента в долгие недели одиночества и как они проводят время? По сообщениям Вивера и его коллег, огромное большинство испытуемых сообщают об очень хо-

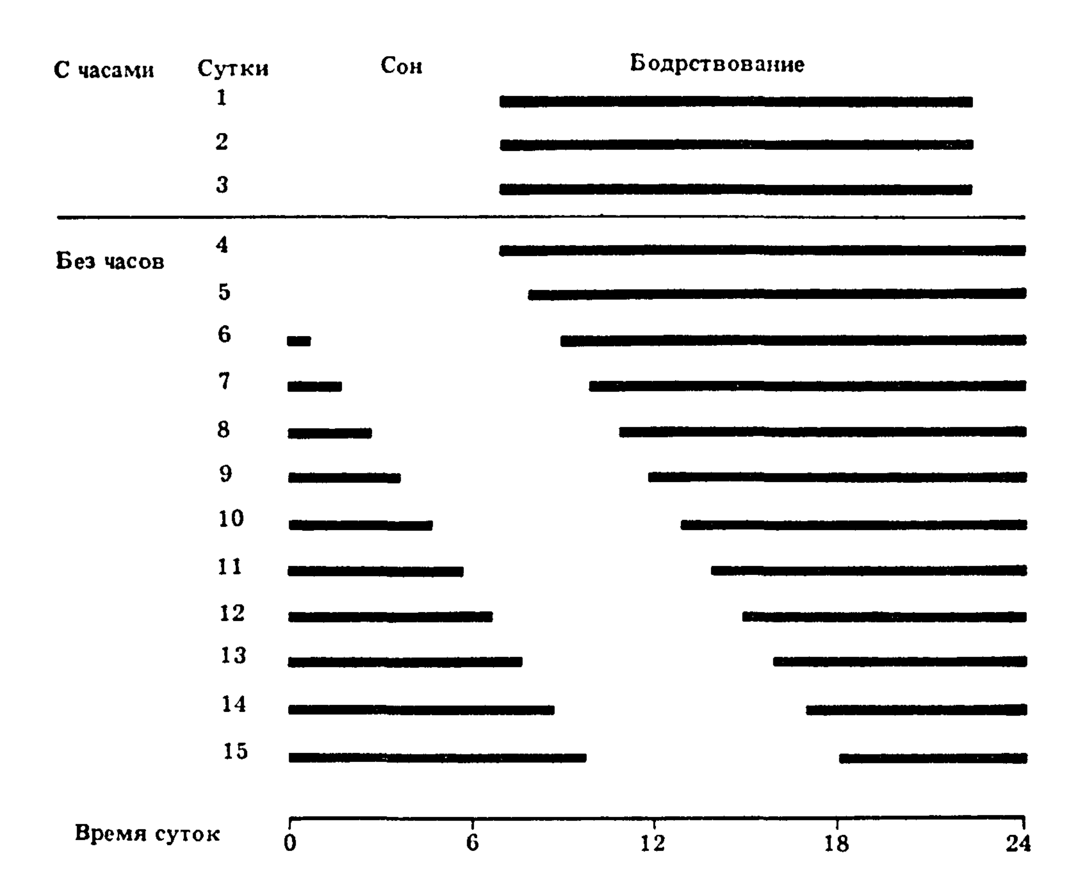



*Рис. 31.* Схематическое изображение результатов опыта с изоляцией испытуемого в бункере. (Ритм «сон — бодрствование» подчиняется внутренним «биологическим часам».) В течение первых трех суток испытуемый спит с 11 вечера до 7 утра. В ходе последующих 12 суток, уже не имея часов, он ложится спать каждый день на один час позже, чем в предыдущий. Внутренние «биологические часы» организма человека имеют периодичность около 25 ч

рошем самочувствии,и многие из них буквально рвутся участвовать в следующих опытах. Что же делает таким приятным период изоляции? Быть может, свобода от всякой ответственности и всех обязанностей, возможность делать именно то, что хочется, в течение нескольких недель? Или же причина лежит глубже, в том, что человек впервые воспринимает естественный ход собственных биологических ритмов? Вопрос пока что остается открытым.

Большинство испытуемых проводили время за чтением, письмом и слушанием музыки; студенты иногда пользовались возможностью готовиться к экзаменам в спокойной обстановке. Каждый раз случалось так, что участники удивлялись, когда им сообщали, что обусловленное время истекло. Эксперимент в пещере под руководством Сифра и его коллег также продемонстрировал типичную недооценку прошедшего времени: когда завершился пятимесячный экспериментальный период, испытуемый был убежден, что он провел в изоляции лишь три месяца. Изменения рисунков «сна—бодрствования», происходящие в изоляции, показывают, откуда возникает такая недооценка.

Рис. 31. представляет собой диаграмму цикла «сон—бодрствование» одного человека, который в течение первых трех дней эксперимента имел информацию о реальном времени; при этом он спал с 11 часов вечера до 7 утра, как обычно. Начиная с четвертого дня, вся эта информация устранялась. В первый же вечер после этого испытуемый лег спать на 40 мин позже и проснулся на следующее утро уже в 8 часов. Однако он не заметил сдвига в режиме дня. Каждые последующие сутки он ложился и вставал на час позже, чем накануне. Таким образом, субъективные сутки участника исследования состояли не из 24, а из 25 ч. На 13-е сутки существования «вне времени» (или на 16-е сутки опыта) он лег спать в 10 часов 40 минут утра вместо 11 часов вечера, а проснулся в 8 вечера. Теперь фаза его цикла «сон — бодрствование» была сдвинута ровно на 12 ч. Если продолжить эксперимент, то можно обнаружить, что через 25 суток испытуемый заявит, что прошло только 24 субъективных дня и ночи. Живя в обстановке, не содержащей указателей реального времени, испытуемый, руководствуясь только своим собственным отсчетом, обнаружит, что он постарел лишь на 24 дня, тогдо как на самом деле прошло уже 25 суток, и выиграет 1 день.

Если продлить опыт на несколько недель, то внезапно субъективный период бодрствования может подскочить от

17 до 34 ч, а время сна — от 8 до 17 ч! Другими словами: испытуемый перейдет от 25-часовых субъективных суток на 50-часовые, но он вновь не ощутит даже этого столь резкого изменения. В конце опыта количество суток, проведенных им в одиночестве, по его субъективным подсчетам, будет намного ниже реального времени.

Независимо от того, содержат ли субъективные сутки испытуемого 25 или 50 ч, соотношение сна и бодрствования мало меняется. В нашем случае испытуемый проводил около одной трети всего времени во сне в условиях временно́й изоляции, т. е. столько же, сколько и в нормальных условиях. У короткоспящего отношение времени сна к времени бодрствования оставалось небольшим в условиях временно́й изоляции, хотя абсолютное время сна возрастало.

В этих условиях распределение стадий сна претерпевает некоторые типичные изменения: хотя в обычных условиях эпизоды парадоксального сна удлиняются от цикла к циклу (см. гл. 2), в бункере этого не происходит. Здесь первый эпизод парадоксального сна возникает вскоре после засыпания испытуемого, т. е. латентность парадоксального сна невелика, и длительность этого эпизода такая же, как и у всех последующих. Процент парадоксального сна остается неизменным. В отличие от парадоксального сна распределение глубокого медленного сна в условиях изоляции от времени мало изменяется.

Как уже отмечалось, на рис. 31 показан 25-часовой ритм «сна—бодрствования». Такая длительность соответствует среднему периоду ритма температуры тела, который, как показал Вивер, близок к 25 ч. Он может варьировать у индивидуумов; у одного ритм может быть 24,7 ч, у другого — 25,2 ч, но важно то, что у каждого человека точная длительность его собственного индивидуального ритма поддерживается с поразительной точностью на протяжении длительного времени. Биологические ритмы, которые наблюдаются в этой ситуации, столь явно отличаются от 24-часовой периодичности вращения Земли, что представляется маловероятным, что они вызваны какими-то скрытыми влияниями окружающей среды. Должно быть, они запускаются какими-то «внутренними часами» в организме.

## Где расположены «биологические часы»?

«Мимоза реагирует на солнечный свет и наступление дня: ее листья и стебли сокращаются и поворачиваются к солнцу. Ту же реакцию можно увидеть, если поворачивать растение руками или гнуть его. Господин де Майран обнаружил, что солнце и воздух не являются необходимыми элементами для этого феномена. И что эта реакция лишь слегка ослабляется, если выдерживать растение в полной темноте. Оно продолжает четко раскрываться при восходе, закрываться на закате и оставаться закрытым всю ночь. Таким образом, растение мимоза реагирует на солнце, даже будучи полностью от него изолированным... Г-н де Майран приглашает ботаников и врачей заняться этими наблюдениями, даже если они предпочитают посвятить свое время другим проблемам. Истинные физические, то есть экспериментально-физические, исследования пока мало что дают для понимания данного явления».

Эта выдержка из наблюдений за мимозой была опубликована Жан-Жаком Дорту де Майроном в материалах Королевской академии наук в Париже в 1729 г. Он обнаружил, что 24-часовой ритм движений листьев растения сохраняется и в темноте, и следовательно, это было первым указанием на то, что биологические ритмы могут сохраняться и в отсутствии внешних влияний. Это сообщение, опубликованное более 250 лет назад, было совершенно правильным не только в отношении наблюдений за мимозой, но также и насчет предсказания медленного прогресса науки в этом направлении: открытие де Майрона не изучалось как следует другими учеными вплоть до наших дней.

Одним из первых современных ученых, который занялся ритмами у растений, был Эрвин Бюннинг, профессор ботаники в университете в Тюбингене (Германия). Впоследствии интерес ученых постепенно перемещался от растений к животным. Пионерские опыты по биоритмам были проведены двумя «отцами» хронобиологии (науки о биологических ритмах) — английским биологом Колином Питтендрай, который ныне работает в США, и немецким специалистом в области поведенческой физиологии Юргеном Ашоффом. На первой большой конференции по хронобиологии в местечке Колд Спринг Харбор, штат Нью-Йорк, в 1960 г. стало ясно, что 24-часовые ритмы пронизывают все природ-

ные явления. Как мы уже видели при рассмотрении исследований, выполненных на людях, ритмы животных также обычно соответствуют световому циклу окружающей среды, но сохраняются даже после устранения внешних воздействий. Здесь также «внутренние часы», должно быть, несут ответственность за поддержание биоритмических процессов.

Когда организм существует в изоляции от реального времени, то нормальная периодичность суточных ритмов отклоняется от 24 часов. Франц Хальберг, хронобиолог, работающий в США, ввел термин «циркадианные», или «циркадные», ритмы, ставший сейчас общепринятым (от лат. «цирка» — около и «диес» — день). В отсутствие информации о времени проявляется «свободнобегущий» (или просто «свободный») циркадный ритм. Последние четверть века изучению циркадных ритмов была посвящена большая и интересная работа: зоологи изучали их развитие у насекомых, моллюсков и других беспозвоночных, тогда как биологи, изучающие клетки, занялись природой биоритмов у



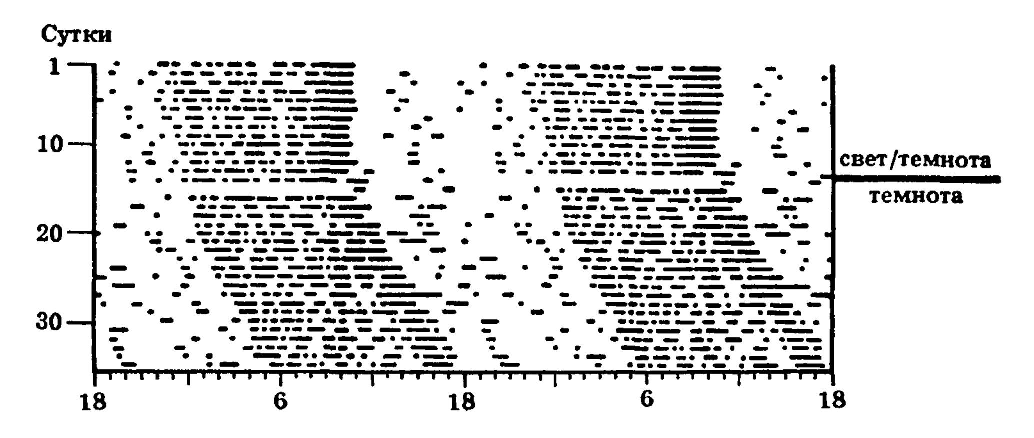



*Рис. 32.* Ритм «активности — покоя» у крысы, живущей в постоянной темноте, подчиняется «внутренним часам». Горизонтальные штрихи представляют периоды активности, белые промежутки — периоды покоя. Чтобы более наглядно показать смещения ритма, на одной горизонтальной линии показан предыдущий и последующий дни (т. е. на верхней линии 1-й и 2-й дни, на следующей — 2-й и 3-й и т. д.). В первые 2 недели животное находится в нормальных условиях: 12 ч — на свету, 12 ч — в темноте. В последующие 3 недели поддерживается полная темнота. При этом ритм «покоя — активности» сохраняется, но окончание каждого суточного периода активности задерживается на 25 мин. Таким образом, циркадный ритм, генерируемый «внутренними часами», больше 24 ч

одноклеточных организмов. Центральным вопросом остаются физиологические структуры и биологические процессы, ответственные за циркадные ритмы.

Давайте возьмем конкретный пример. Двигательную активность крыс измеряли с помощью датчика, прикрепленного к днищу клетки. На рис. 32 периоды активности (выше определенного порога) обозначены черными штрихами, белые промежутки между ними — периоды покоя. Результаты частично представлены в виде взаимно перекрывающихся двухсуточных последовательных отрезков времени так, чтобы происходящие изменения были лучше видны. Верхний отрезок показывает запись ритма «активности—покоя» у крысы в 1-е и 2-е сутки опыта, пунктирная линия под ним — результат 2-х и 3-х и т. д. Первые две недели животное находилось в условиях искусственного освещения, которое включалось автоматически в 11 утра и выключалось в 11 вечера. Четко видно, как воздействует световой режим на ритм «активности—покоя. Крыса — ночное животное, активное в темноте и отдыхающее на свету. Начиная с 15-го дня опыт проводился в полной темноте, сохранявшейся круглые сутки. Животное находилось в звуконепроницаемой камере без доступа света извне и не получало никакой информации о времени суток. Как уже говорилось в отношении людей, ритмы «покоя—активности» в этих условиях отнюдь не исчезают. Однако их периодичность изменяется и уже больше не составляет 24 ч. И в этом опыте периодичность смены поведения крысы также удлинялась.

Из этого эксперимента можно видеть, что световой цикл окружающей среды — важнейший источник информации о времени для циркадной ритмики крыс, это справедливо также и для большинства других животных. На языке хронобиологии свет является цайтгебером, т. е. внешним сигналом, синхронизирующим циркадные ритмы организма (см. гл. 7). Такая синхронизация вовсе не требует, чтобы светлый период длился 12 ч. Многочисленные опыты показали, что даже очень короткие световые экспозиции (обычно 15—60 мин, а в исключительных случаях даже одиночные вспышки) достаточны для того, чтобы синхронизировать по фазе циркадные ритмы.

До сих пор мы говорили о связи циркадных ритмов с окружающей средой, а теперь пора вернуться к вопросу об их происхождении. В 1920-х годах Курт Рихтер, профессор Университета Джона Гопкинса, начал обширные опыты

по изучению ритма «покоя—активности» крыс и обнаружил, что циркадные ритмы почти не поддаются воздействию при различных манипуляциях. Он содержал лабораторных животных при различных температурах, подвергал их воздействию голода, жажды и стресса, удалял гормональные железы, разрушал различные области мозга, вводил им всевозможные препараты. Ни одна из этих мер не оказывала никакого эффекта на периодичность или фазу циркадного ритма «покой—активность». Рихтер не наблюдал никаких изменений до тех пор, пока не удалил обширную область межуточного мозга крысы, и это наблюдение привело его к предположению, что «внутренние часы» должны быть расположены в этой части мозга. Эта идея оказалась справедливой.

В 1972 г. два психолога-экспериментатора из Калифорнийского университета в Беркли, Фред Стефан и Ирвинг Цукер, опубликовали статью, которая ознаменовала переворот во всей области изучения биоритмов. Они сообщили, что разрушение у крыс небольшой области межуточного мозга приводит к полному исчезновению циркадных ритмов: ритма «покоя — активности» и ритма потребления воды. После такого хирургического вмешательства двигательная активность и питьевое поведение у животных становятся случайно распределенными во времени суток. Однако потребление жидкости остается на нормальном уровне, и серьезных нарушений поведения не наблюдается. Критическая анато-

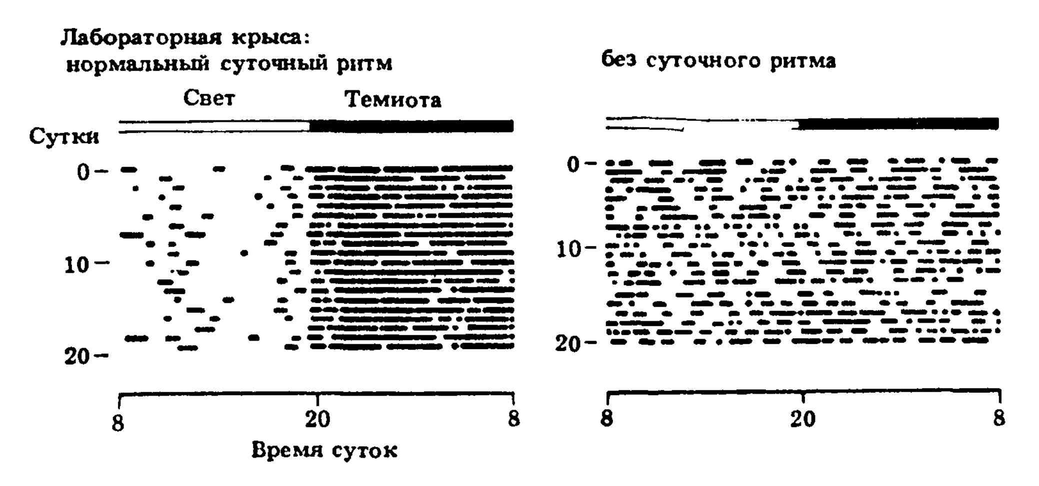



*Рис. 33.* Циркадные ритмы исчезают после разрушения определенной группы нервных клеток в межуточном мозге. Слева — диаграмма нормального 24-часового ритма крысы. Животное активно главным образом ночью (в темноте). Справа — после разрушения нервных клеток супрахиазматического ядра межуточного мозга ритм полностью исчезает. Теперь покой и активность случайно чередуются в течение суток

мическая структура представляет собой ядро межуточного мозга размером 1—2 мм (в мозге крысы.— *Прим. пер.*), которое лежит в глубине мозга, прямо над пересечением зрительных нервов (называемым хиазма оптикум). Рис. 33 иллюстрирует эффект разрушения этих супрахиазматических ядер (парных.— *Прим. пер.*) ритма «покоя—активности» у крыс. По сравнению с нормальными животными у оперированных крыс ритм полностью исчезает и периоды активности оказываются распределенными в случайной последовательности в течение 24 ч. В сотрудничестве с Ирен Тоблер и Джерардом Гроосом (талантливым молодым исследователем из Голландии, погибшим в автомобильной катастрофе несколько лет назад.— *Прим. пер.*) мы занялись вопросом, вызывает ли исчезновение циркадного ритма «сон—бодрствование» разрушение также и регуляции глубокого медленного и парадоксального сна. Мы обнаружили, что «аритмические» животные также реагируют на лишение, сна увеличением глубокого медленного сна и парадоксальной фазы и пришли к заключению, что циркадный ритм «сон — бодрствование», с одной стороны, и регуляция сна как функция предшествующего бодрствования — с другой, управляются различными механизмами.

Вслед за открытием Стефана и Цукера появились многочисленные работы, которые подтвердили, что разрушение супрахиазматических ядер приводит к исчезновению циркадных ритмов. Но тогда возник следующий вопрос: действительно ли эти области представляют собой долгожданное место расположения «биологических часов» организма или это, скорее, важные координационные центры системы, которая управляет ритмами. В попытке ответить на этот вопрос два исследователя из известного Института Мицубиси близ Токио, Шин-ичи Иноуйе и Хироши Кавамура, провели опыты с крысами, у которых нервные волокна, соединяющие супрахиазматические ядра межуточного мозга с остальным мозгом, были разрушены. Тонкие вживленные электроды регистрировали активность нервных клеток в этих ядрах, изолированных таким образом, тогда как другие электроды регистрировали активность других областей мозга. Как и ожидалось, после того как волокна были разрушены, все признаки циркадных ритмов в поведении животных и в электрической активности других отделов мозга, нежели межуточный мозг, полностью исчезли. С другой стороны, изолированные супрахиазматические ядра в рисунке разрядов своих нервных клеток продолжали демон-

стрировать циркадный ритм. Очевидно, циркадный ритм сохраняется в этой области, даже когда она не связана с другими частями мозга.

Таким образом, имеется серьезное доказательство в пользу предположения, что циркадные ритмы могут возникать в самих супрахиазматических ядрах. Тем не менее ряд вопросов остается пока без ответа и продолжается обсуждение того, могут ли другие структуры вне этой области также генерировать ритмы или хотя бы превращаться в запасные часы, если главные часы сломались.

## Свободные ритмы

В конце 50-х годов английская ученая Мери Лоббан и ее коллеги с несколькими испытуемыми провели лето на далеком севере, на Шпицбергене, являющемся территорией Норвегии, где полярный день не дает указаний для отсчета реального времени суток. 12 участников были разделены на две группы, и им раздали ручные часы, с которыми были проделаны определенные манипуляции втайне от испытуемых. У одной группы часы «убегали», так что часовая стрелка совершала полный оборот не за 12 ч, как обычно, а лишь за 10,5. У другой группы часы, наоборот, отставали, так что часовая стрелка обегала циферблат за 12,5 ч. Ритм «сон—бодрствование» у участников немедленно адаптировался к этим условиям; они переходили на 21-часовые или на 27-часовые «сутки», не замечая этого. Однако отнюдь не все биологические ритмы организма можно было обмануть такой манипуляцией с часами. Например, концентрация калия в моче продолжала колебаться в ритме, соответствовавшем почти в точности 24 ч. С испытуемыми произошло то, что называется внутренней десинхронизацией (десинхронозом), явлением, которое возникает, когда некоторые из биологических ритмов организма становятся не в фазе с другими, так что вся тщательно настроенная ритмическая система дезорганизуется.

Десинхронизация ритма «сон—бодрствование» по отношению к другим циркадным ритмам часто наблюдалась в опытах с изоляцией. Температура тела обычно демонстрирует стабильный ритм с периодом 25 ч, даже если периодичность ритма «сон — бодрствование» значительно варьирует. Различная длина этих периодов приводит к постоянному изменению фазовых соотношений между различными ритмами. Когда опыты проводятся в условиях

«изоляции от времени», то вначале все ритмы у испытуемого находятся в состоянии синхронизации, когда начало сна, как и положено, совпадает с нижней точкой температурного цикла. По мере развития внутренней десинхронизации испытуемый день ото дня ложится спать в различные фазы температурного цикла. Тем не менее, несмотря на сдвиг фазовых взаимосвязей, температурный ритм явно оказывает некоторое воздействие на сон. Юрген Цулли, хронобиолог из Эрлинг-Андехса, обнаружил, что период сна, который начинается на нижней точке температурного цикла, обычно короче, чем сон на вершине температурной кривой. Соответственно моменты засыпания испытуемых группируются на нисходящей ветви этой кривой, а моменты пробуждения — на восходящей ветви.

Сколько же в мозге внутренних «биологических часов», которые поддерживают ритмику различных процессов организма человека — одни, двое или даже больше? (В терминах хронобиологии она называются циркадными осцилляторами.) Американская исследовательская группа в составе ныне покойного Эллиота Вейцмана (больница Монтефьоре, Нью-Йорк) и Ричарда Кронауэра (Гарвардский университет) предположила существование двух осцилляторов: одного стабильного, с периодичностью почти 25 ч, который обеспечивает ритм температуры тела, выброса гормона надпочечников кортизола и парадоксального сна, и второго, лабильного осциллятора, регулирующего ритм «сон—бодрствование». Серж Даан и Домьен Беерсма из Университета Гронингена (Голландия) вместе со мной пришли к другому выводу, а именно, что и одного осциллятора достаточно для объяснения имеющихся экспериментальных данных. В соответствии с нашей гипотезой внутренняя десинхронизация ритма «сон — бодрствование» по отношению к другим ритмам может быть объяснена допущением, что регуляция сна осуществляется двумя процессами: процессом расслабления, который нарастает во время бодрствования и снижается во сне, и циркадным процессом. Разработанная нами модель, на которой основана эта гипотеза, будет детально обсуждаться в последней главе.

## Нарушение биологических ритмов как профессиональное заболевание

Мореплаватели, совершавшие кругосветные плавания в давние времена, сталкивались с многочисленными трудностями, но у них было одно преимущество по сравнению с современными туристами: они не страдали от резкой смены часовых поясов, неприятного последствия воздушных полетов на реактивных лайнерах, которые люди все чаще ощущают на себе. После длинного перелета с востока на запад человек в течение нескольких дней не может приспособиться к новой обстановке: он просыпается необычно рано, а к середине дня чувствует себя смертельно усталым. Путешествующие же в восточном направлении не могут заснуть вечером. Причина этих трудностей кроется в том, что нашим циркадным ритмам требуется некоторое время, чтобы прийти в соответствие с новым суточным циклом. Если человек совершает перелет из Европы в Соединенные Штаты, то его метаболические и гормональные ритмы продолжаются по европейскому времени. Тщательные исследования показали, что требуется около двух недель, чтобы ритмы полностью адаптировались к новым часовым поясам. Многие считают, что гораздо приятнее путешествовать с востока на запад, чем наоборот; это связано с тем, что свободные циркадные ритмы имеют периодичность в среднем 25 ч: временнóе удлинение нормального 24-часового ритма, происходящее при поездке в западном направлении, легче воспринимается организмом, чем укорочение ритмичности цикла до менее чем 24 ч[22].

Хотя путешественник и может ощущать такие нарушения ритмов как неприятные, это, к счастью, только вре́менный источник дискомфорта. С гораздо более серьезными проблемами сталкиваются те, чья работа требует частой смены биоритмов. Одна из таких групп — это экипажи авиалайнеров, работающие на дальних линиях, но самая распространенная состоит из рабочих, трудящихся посменно. В большинстве промышленно развитых стран они составляют примерно 20% всей рабочей силы. Рабочие, которые вынуждены часто менять смены и каждый раз заново приспосабливать свои циркадные ритмы к новым условиям, могут испытывать значительные трудности.

Вряд ли стоит удивляться, что многие из работающих посменно страдают от различных нарушений сна. Их главные жалобы: трудности при засыпании, частые ночные про-

буждения и общая недостаточность сна. Внешние шумы, которые, естественно, днем выше, чем ночью, могут также усугублять их страдания. В результате после ночной смены рабочие спят днем на 2—3 ч меньше, чем ночью после дневной смены. Кроме нарушений ритма, происходит еще и накопление «недосыпания», дефицита сна, что также способствует ухудшению общего самочувствия и работоспособности. Многие в такой ситуации начинают потреблять снотворные, поскольку не видят другого выхода, когда необходимо как следует поспать хотя бы несколько часов. Проведенный недавно опрос среди членов экипажей авиалайнеров показал, что потребление снотворных у них намного выше по рабочим дням, чем по выходным[23].

Многие проблемы, связанные с нашим здоровьем, возникают из-за ригидности, жесткости, циркадных процессов. Когда часы работы резко сдвигаются и новый режим долго сохраняется, то требуется некоторое время для восстановления обменных и гормональных ритмов организма, хотя цикл «сон—бодрствование» можно изменить немедленно. В этой ситуации человек вынужден спать тогда, когда его внутренние «биологические часы» запрограммированы на бодрствование: температура тела, уровень гормона стресса андреналина в крови и работа почек поддерживаются на высоком уровне, в то время как секреция мелатонина (гормона шишковидной железы, эпифиза) минимальна. На первой фазе такого сдвига люди обычно спят плохо; они часто просыпаются и не чувствуют себя отдохнувшими после сна. Аналогичные проблемы возникают во время бодрствования, так как их циркадные ритмы запрограммированы на отдых. Следствием этого часто бывают усталость, рассеянность, падение работоспособности.

Некоторые люди чрезвычайно сильно реагируют на изменения суточных ритмов и практически не способны выполнять ответственные задачи в неподходящее время дня. Другие же легче адаптируются к таким новым ситуациям. Неясно, откуда возникают такие индивидуальные различия. В настоящее время ученым известно лишь то, что с возрастом адаптация к смене биоритмов становится все более трудной.

Было бы ошибочным, однако, считать, что многочисленные проблемы, вызванные сменной работой, возникают только лишь из-за десинхронизации циркадных ритмов. Изменение режима работы влияет также и на семейные взаимоотношения, человеку становится трудно вести нормаль-

ную общественную жизнь. Сменные рабочие незаметно попадают в своего рода «временнóе гетто», особую форму изоляции от общества, вызванную необычным режимом сна и еды.

## Фазовый сдвиг ритмов как метод лечения

Не так давно американский невролог и исследователь сна Эллиот Вейцман, его сотрудник Чарльз Цейслер и другие сообщили о необычном случае расстройства сна. Молодой человек долгое время страдал от бессонницы — он не мог заснуть до 2 часов ночи. По работе ему приходилось ежедневно вставать в 7 утра, так что всю неделю он сильно недосыпал. По выходным же он отсыпался до полудня. Все попытки решить эту проблему, от лекарств до психотерапии, были безуспешными. Вейцман и Цейслер догадались, что нарушение ритма создало непреодолимое препятствие для сокращения цикла «сон — бодрствование» у больного до периода, меньшего 24 ч, так что он просто не мог заснуть раньше.

Как мы уже видели, смена часовых поясов с востока на запад, что приводит к удлинению циркадных ритмов, проходит обычно легче, чем смена их в обратном направлении. Помня об этом, Вейцман и Цейслер посоветовали больному ложиться спать не раньше, чем обычно, а позже. Таким образом, лечение заключалось в постепенном удлинении цикла «сон — бодрствование», приводящем в конце концов к перемещению времени отхода ко сну в направлении по часовой стрелке (а не против нее, что безуспешно пытался сделать этот больной до начала лечения) до достижения желаемого фазового сдвига.

Практически это достигалось следующим образом: молодому человеку предложили ложиться спать каждый день на три часа позже, чем в предыдущий, постепенно сдвигая таким образом время сна. Через несколько дней этот больной уже спал днем и бодрствовал ночью. (Разумеется, он в это время не работал). Через неделю цель была достигнута: он ложился в идеальное для себя время, в 11 вечера, и вставал, как и требовалось, в 7 утра. Таким образом, больного вылечили, но предупредили, что он должен строжайшим образом придерживаться установленного режима, чтобы вновь не «соскользнуть» в ту ситуацию, которая была до начала лечения.

После этого случая Вейцман и его сотрудники, а также

другие исследователи описали и успешно вылечили целую группу подобных больных. Это расстройство сна получило наименование синдрома фазовой задержки сна.

Давайте рассмотрим теперь другой пример из области медицины, связанный с нарушением биоритма. В 1979 г. исследователи из Национального института психического здоровья США опубликовали сообщение об успешном лечении одной женщины, страдающей глубокой эндогенной депрессией. До этого она безуспешно лечилась различными методами. Ученые решили помочь этой больной, сдвинув время ее сна вперед по часовой стрелке на 6 ч. Другими словами, чтобы она ложилась спать не в 11 часов вечера, как обычно, а в 5 утра. Теоретическая предпосылка данного метода лечения была такова: Вер и его коллеги обнаружили, что циркадные ритмы других депрессивных больных демонстрировали ненормальную фазовую связь с циклом «сон — бодрствование». Например, начало сна сочеталось с суточным температурным минимумом, а не с ниспадающей ветвью температурной кривой, как у здоровых. У этих депрессивных больных сон был, так сказать, внутренне задержан.

Тогда у исследователей возник вопрос: быть может, такая ненормальная фазовая связь может иметь отношение или даже быть причиной депрессивного состояния у этой больной? Если это так, то тогда нормализация фазовых соотношений должна привести к улучшению ее состояния. Действительно, при смещении времени сна вперед по ходу часовой стрелки наблюдался ожидаемый антидепрессивный эффект. Улучшение состояния продолжалось около двух недель, но к концу этого срока температурный ритм больной полностью адаптировался к новому ритму «сна — бодрствования» и вновь возникал все тот же фазовый дисбаланс. С этого момента депрессивные симптомы у больной снова усиливались. Когда вторично сдвинули вперед время ее сна, эти симптомы вновь на время исчезли. У других больных подобное лечение оказалось успешным лишь отчасти, и необходимы дальнейшие исследования, прежде чем можно будет с определенностью утверждать, что новый метод лечения депрессии приносит пользу больным.

Эти сообщения Вейцмана и Вера насчет лечения их двух больных, одного с нарушением сна, а другого с депрессией, имели одно общее: в обоих случаях лечение заключалось в изменении режима сна пациента. Это новый и оригинальный подход к лечению таких заболеваний, для которых ранее применялось главным образом медикаментозное лечение.

Пока что эти методы находятся в стадии разработки и поэтому представляют больший интерес для ученых, чем для практических врачей, тем не менее несомненно, что они открывают интересные пути безлекарственного лечения. Уже довольно давно известно, что нарушения ритмов в окружающей среде могут оказывать существенное воздействие на наше самочувствие. Новым здесь является то, что определенные нарушения и заболевания, оказывается, могут быть вызваны скрытыми нарушениями биоритмов внутри нашего собственного организма. Возможно, что вскоре окажется возможным их лечение с помощью соответствующих форм «ритмической терапии».

Глава двенадцатая

# Для чего нужен сон? Попытка синтеза

> Новая масса знаний является еще неоформленной, неполной, отсутствуют необходимые связующие нити, полно ложной информации и тупиковых путей. Повсюду возникают поразительные идеи, опыты наталкиваются на непреодолимые трудности, пробуются все пути выхода из лабиринта проблем. Однако каждое следующее продвижение непредсказуемо, каждый выход неопределен. Это время бестолковое, но хорошее.
>
> *Льюис ТОМАС*

Каждый знает, что потребность в сне усиливается при удлинении бодрствования. Если человек давно не спал, то стоит ему только присесть, как он немедленно отключается. После начала сна его «давление» постепенно падает. Вначале сон является очень глубоким, но через несколько часов становится более поверхностным. Это явление отражается в том, что спящий начинает чаще двигаться во сне и менять позу. Мы уже видели, что доминирование медленных волн на ЭЭГ, что характеризует глубокие стадии медленного сна (стадии 3 и 4),— хороший показатель глубины сна. Особенно ярко выражены дельта-волны в первом цикле «медленный — парадоксальный сон»; затем они ослабляются от цикла к циклу. Их процент значительно возрастает после лишения сна (см. гл. 10). Следовательно, этот параметр ЭЭГ отражает уровень потребности в сне, определяемый длительностью предшествующего периода бодрствования. Если прилечь вздремнуть утром после хорошего ночного сна, то сон будет менее глубоким, чем если подождать и лечь после обеда. Соответственно если поспать днем, то ночью будет меньше глубокого сна.

Что же это за потребность в сне, которая нарастает к вечеру? И как понять параллельное увеличение потребности в глубоком медленном сне? Быть может, одним из важных факторов является характер физической активности в течение дня? Этот вопрос исследовался в различных опытах. В одном из них влияния больших физических нагрузок на сон изучались на примере бегунов-марафонцев. Однако в целом результаты этих исследований до некоторой степе-

ни противоречат друг другу. В некоторых работах была обнаружена корреляция между физической активностью и глубоким медленным сном, но в большинстве других ее не было.

Вместе с Мехметом Ханагасиоглу я обратился к этой проблеме в экспериментах на животных. Мы вживляли крысам постоянные электроды для регистрации электрической активности их мозга и тонуса мышц шеи с помощью миниатюрного радиопередатчика. Крысы могли свободно двигаться в клетках и бегать в колесе. В активный период ритма «сон — бодрствование» они пробегали в колесе до 7 км. Затем мы прекратили доступ крыс к колесу на 2 суток. При этом произошло резкое снижение их двигательной активности. Однако никаких заметных изменений процентной представленности глубокого медленного сна не произошло. С другой же стороны, лишение крыс сна в течение 12—24 ч вызвало мощное увеличение и глубокого медленного сна, и медленных волн ЭЭГ (см. гл. 10). Эти данные показывают, что нарастание потребности в сне обусловливается в первую очередь длительностью предшествующего бодрствования, а не степенью двигательной активности в этот период.

## Мы засыпаем лишь потому, что приходит время?

Опыты по лишению испытуемых сна вновь и вновь показывают, что самое трудное — сохранять бодрствование в ранние утренние часы. В это время тяга ко сну становится непреодолимой. Когда этот критический период пройден, то поддерживать бодрствование уже не так трудно. Рис. 34 воспроизводит результаты опыта, выполненного шведскими исследователями сна Торбьёрном Акерштедтом и Яном Фребергом, в котором непрерывное бодрствование поддерживали на протяжении 3 суток у 15 испытуемых. Каждые 3 ч участникам предлагали оценить степень субъективного утомления. Уровень утомления был минимален после полудня и максимален в ранние утренние часы. В других подобных же исследованиях, в которых степень утомления испытуемых в течение трех суток нарастала еще сильнее, также были получены очевидные доказательства внутрисуточных колебаний.

Интересно, что ритм тяги ко сну находится в противофазе с ритмом температуры тела. Потребность в сне максимальна, когда температура находится в своем мини

муме. Все эти наблюдения делают совершенно ясным, что, как уже указывалось в гл. 11, потребность в сне определяется не только длительностью предшествующего бодрствования, но находится также под сильным воздействием циркадного процесса, независимого от сна и бодрствования. Очевидно, на циферблате наших «внутренних часов» время для сна четко отмечено самой природой[24].

## Два процесса сна: модель регуляции сна

В регуляции сна принимают участие оба процесса: длительность предшествующего бодрствования и циркадный ритм. На рис. 35 представлена модель, показывающая, как эти два фактора взаимодействуют друг с другом. Процесс *S* (от sleep — сон) указывает на уровень потребности в сне в дневное время и глубину сна ночью. Эта кривая идет вверх во время бодрствования (по мере того, как потребность в сне нарастает) и ниспадает во время сна (по мере снижения процента глубокого медленного сна). Процесс *C* (от circadian — циркадный) соответствует циркадному ритму потребности в сне, который независим от предшествующего сна

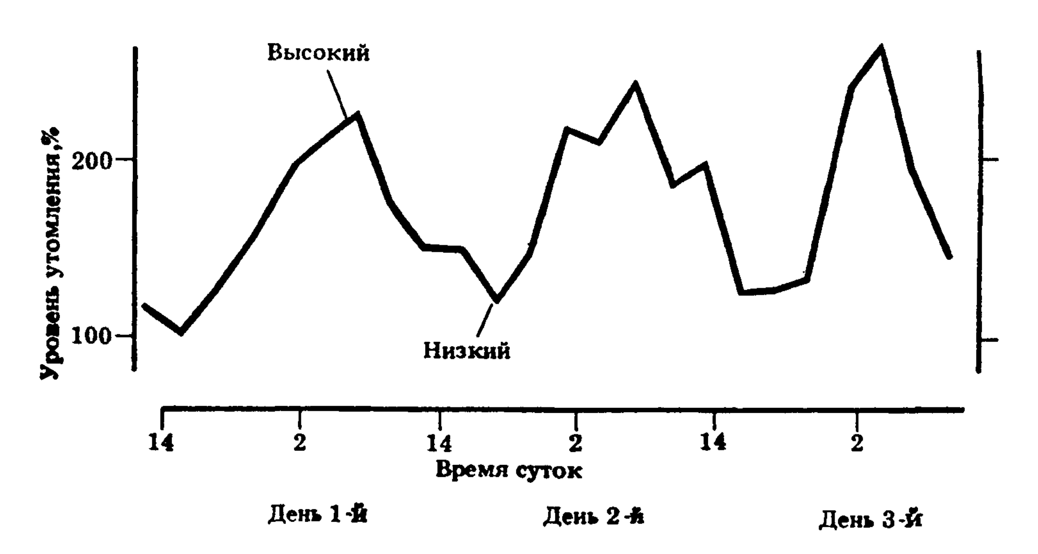



*Рис. 34.* Циркадный ритм субъективного утомления во время трехсуточного лишения сна. Испытуемые проводили без сна 72 ч, причем каждые 3 ч их просили оценить степень утомления по сравнению с нормой, принятой за 100%, по специальной шкале. Чувство утомления всегда максимально рано утром и минимально вечером. Кривая представляет собой усредненные показатели 15 испытуемых

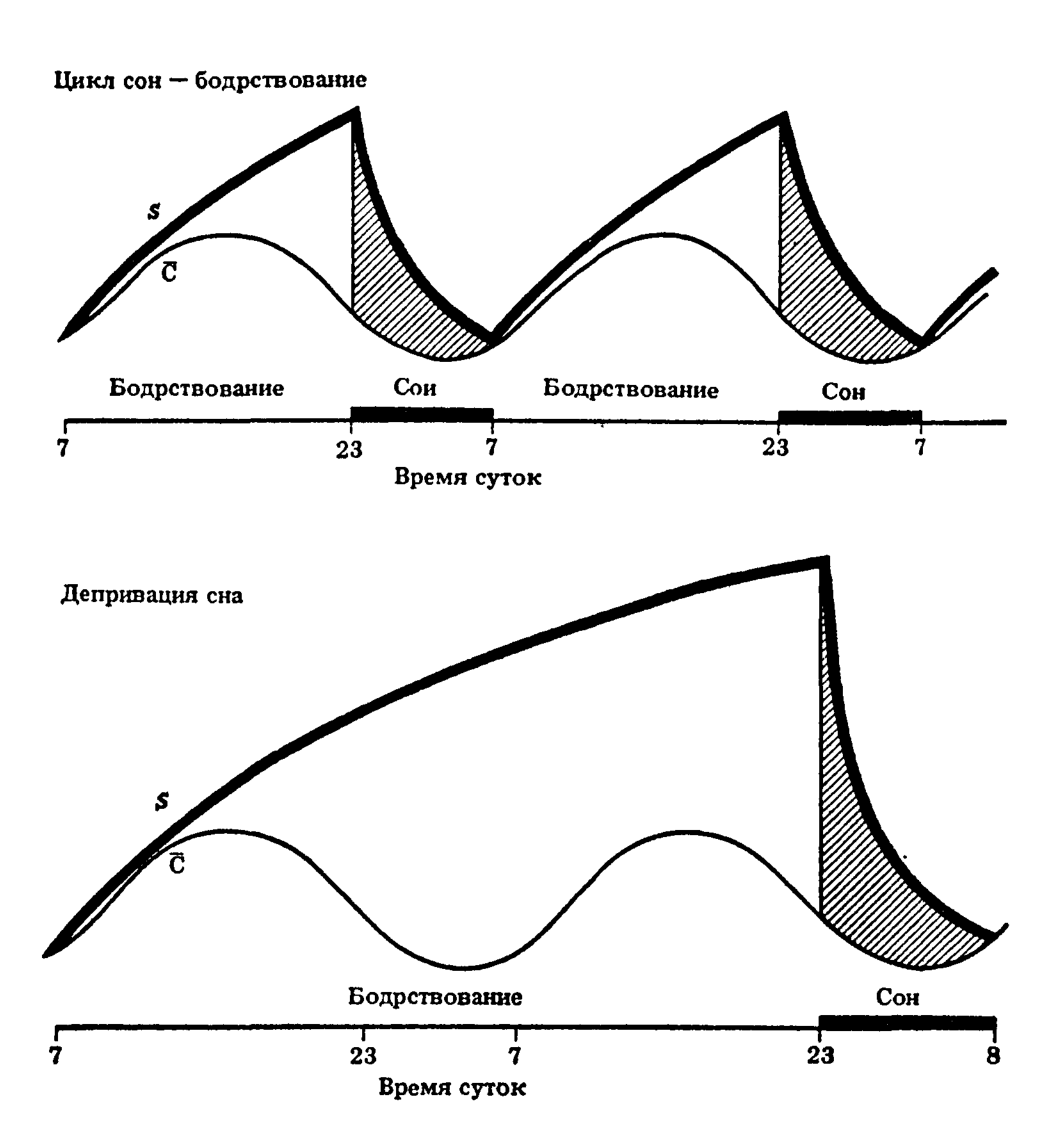



*Рис. 35.* Модель регуляции сна. Предполагается, что сон возникает в результате комбинированного воздействия двух процессов: S и *С*. *Кривая* S зависит от «сна — бодрствования», она снижается во сне. Процесс *С* — это циркадное явление, направляемое суточным ритмом внутренних «биологических часов»; он протекает независимо от сна или бодрствования. Отрицательная функция *С* представлена в виде кривой *C̄*, и ее можно рассматривать как порог пробуждения, модулируемый циркадным ритмом. «Давление» сна определяется интервалом между кривыми *S* и *C̄*. Во время депривации сна *S* продолжает нарастать. Последующий период восстановительного сна проходит намного более интенсивно, но по продолжительности не намного превышает норму. Процесс S работает как песочные часы, которые переворачиваются каждый раз, когда человек засыпает или пробуждается, и отсчет начинается сначала. Колебания процесса *С* происходят независимо от того, спит или бодрствует человек; процесс *С* работает, как механические часы

или бодрствования. Его верхняя точка приходится на 4 часа утра, когда особенно трудно сохранять бодрствование, а нижняя — на 4 часа дня. Кривая $\bar{C}$, изображенная на рисунке, показывает не сам процесс *C*, а его зеркальное отражение. Эту кривую $\bar{C}$ можно рассматривать как порог бодрствования, так как ее нижняя точка соответствует максимальной потребности в сне. В этой модели предполагается, что процесс *C* находится под воздействием не только «внутренних часов» организма, но и внешних стимулов. Например, скучная лекция усиливает сонливость, а волнующий фильм, наоборот, может отодвинуть время засыпания. Данная двухпроцессная модель предполагает, что потребность в сне в каждый данный момент представляет собой сумму процессов *S* и *C*. Это соответствует разнице (или интервалу) между кривыми *S* и $\bar{C}$. Взглянув на рисунок, мы можем проследить ход этих кривых и интервалы между ними по ходу суток. После пробуждения испытуемого в 7 утра кривые идут рядом все утро; это означает, что желание уснуть выражено слабо. После полудня интервал становится все больше и больше, пока не достигает максимума в 11 вечера. Ночью во время сна интервал между двумя кривыми постепенно уменьшается и доходит до нуля в момент пробуждения (в 7 утра).

Нижняя часть рисунка показывает, что случится, если человек не поспит всю ночь и весь следующий день. Поскольку сон не наступает в 11 вечера, как обычно, процесс S продолжает нарастать. Интервал между *S* и *C* достигает первого максимума в 4 часа утра, в момент кризиса. В последующие часы кривые вновь сближаются друг с другом, указывая на снижение тяги ко сну. К моменту, когда испытуемый наконец ложится спать, т. е. в 11 часов вечера на следующий день, *S* достигает уже значительной величины.

Большой интервал между двумя кривыми соответствует глубокому медленному сну в первую половину ночи, когда преобладают медленные волны ЭЭГ. Так как процесс спадает не линейно, а по экспоненте, продолжительность сна после депривации лишь немного больше, чем в норме. Эта модель также объясняет результаты опытов, которые показали, что испытуемые утром спали лишь короткое время, несмотря на то что предшествующую ночь бодрствовали.

Хотя процент глубокого медленного сна зависит в основном от длительности предшествующего бодрствования, парадоксальный сон определяется главным образом циркадным ритмом. Соответственно в нашей модели принято, что

потребность в парадоксальном сне отражается в процессе *C*. В более детальной версии этой модели, которая здесь не представлена, мы предположили, что парадоксальный и медленный сон оказывают тормозящее воздействие друг на друга. Такое взаимодействие может лежать в основе циклического чередования медленного и парадоксального сна. Серж Даан и Домьен Беерсма из Университета г. Гронингена разработали компьютерную модель регуляции сна, основанную на сходных допущениях и показывающую, что можно смоделировать типичные изменения ритма «сон—бодрствование», происходящие в условиях «изоляции от времени». Некоторые из этих изменений, такие, как внутренняя десинхронизация и 50-часовая периодичность, рассматривались в гл. 11.

Разумеется, представленная модель является только рабочей гипотезой; она, несомненно, не отражает всей сложности механизмов регуляции сна. Эти идеи, вероятно, потребуют в дальнейшем адаптации и модификации. Тем не менее такое моделирование полезно в двух отношениях: во-первых, оно позволяет поместить значительное число экспериментальных данных в единую концептуальную рамку; во-вторых, оно позволяет высказать некоторые предположения, которые могут быть проверены в дальнейших опытах. Уже существуют определенные указания относительно возможных биологических механизмов, лежащих в основе обоих вышеописанных процессов.

Например, нарастание процесса *S* в ходе бодрствования и его падение во время сна хорошо соответствуют колебаниям уровня эндогенного «вещества сна», существование которого предсказывалось гипотезой Пьерона и его последователей (гл. 9). Процесс *C*, по-видимому, отражает работу «внутренних часов», расположенных в супрахиазматических ядрах межуточного мозга (гл. 11), которые могут регулировать, кроме сна, различные ритмические процессы (такие, как колебания температуры тела и уровень кортизола). Важно подчеркнуть, что представленная модель, в отличие от некоторых других, предполагает существование только одного-единственного осциллятора-ритмоводителя.

## Регуляция сна и депрессия

Как мы уже указывали ранее, больные, страдающие эндогенной депрессией, обычно спят плохо, но парадоксальным образом их состояние может улучшаться после лише-

ния сна. Вышеприведенная модель регуляции сна дает, можно сказать, ключи к механизмам, связующим сон и депрессивное заболевание. Работая совместно с Анной Вирц-Джастис (нейрохимиком и хронобиологом из Базельского университета в Швейцарии), мы обнаружили, что у больных эндогенной депрессией может быть нарушен связанный со сном—бодрствованием процесс *S*. Вследствие этого в ходе бодрствования он не достигает нормального уровня (рис. 36). В результате уменьшение интервала между кривыми *S* и *C̄* приводит к снижению потребности в сне. Таким образом, гипотеза о нарушении процесса *S* может помочь в объяснении тех трудностей, которые испытывают обычно депрессивные больные при засыпании, а также их частых ночных пробуждений. Кроме того, рисунок показывает, что кривые *S* и *C̄* пересекаются раньше, чем им положено в норме. Это соответствует слишком раннему утреннему подъему — другому частому расстройству сна у депрессивных больных.

Как же может лишение сна приводить к лечебному эф-

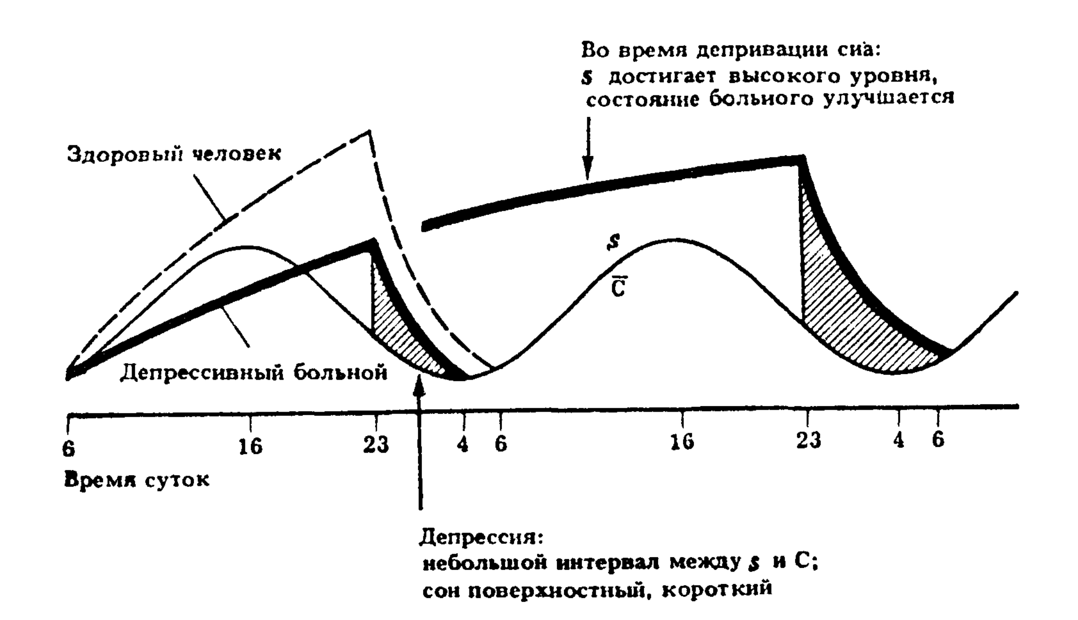



*Рис. 36.* Сон, депривация сна и депрессия. Предлагается гипотеза для объяснения плохого сна у депрессивных больных и антидепрессивного эффекта лишения сна. Диаграмма основывается на модели регуляции сна, представленной на рис. 35. Предполагается, что у депрессивных больных процесс *S* не достигает того уровня, который характерен для здоровых людей. Нарушения сна, типичные для депрессивных больных, можно объяснить уменьшением интервала между кривыми S и C̄. Лишение сна приводит к нормализации этого интервала и улучшению состояния больного. К сожалению, эффект оказывается кратковременным, так как первый же период сна восстанавливает исходную ситуацию у больного

фекту? Для его объяснения Анна Вирц-Джастис предположила, что ненормально низкий уровень процесса *S* не только оказывает воздействие на сон больного, но и причинно связан с симптомами депрессии. Такая связь может помочь в объяснении того факта, что депрессия часто сильнее выражена сразу после утреннего пробуждения (на нижней точке кривой процесса *S*) и постепенно ослабляется в течение дня. Следуя данной гипотезе, можно видеть, что депривация сна приведет к повышению процесса S до более высокого уровня. Возрастание процесса *S* по направлению к норме и служит в соответствии с данной моделью основой антидепрессивного эффекта лишения сна. Но этот позитивный эффект не может длиться долго, так как первый же период сна (сочетающийся с падением процесса *S* до низкого уровня) обычно вновь вызывает впадение в депрессию.

В сотрудничестве с Дэвидом Купфером, психиатром и исследователем сна из Университета г. Питтсбурга и его сотрудниками, моя группа в Цюрихе недавно проанализировала ЭЭГ во время сна у депрессивных больных, и полученные результаты подтверждают нарушение процесса *S*. В настоящее время другие исследовательские группы занимаются проверкой этой гипотезы. Если выяснится, что их наблюдения и выводы не согласуются с предложенной моделью, то будут рассмотрены другие варианты. В любом случае существенным является уже то, что модель, разработанная для объяснения нормальной регуляции сна, может быть перенесена и на некоторые его патологические отклонения.

## Взгляд в прошлое

Если изучение биологических процессов в высокоразвитых формах жизни заходит в тупик, то часто бывает полезным вспомнить об эволюционной истории. Насколько полезным может оказаться такой подход для понимания регуляции сна?

В соответствии с вышеописанной моделью мы допустили существование двух независимых процессов. Процесс *C*, который определяет циркадную динамику потребности в сне, можно проследить даже у простейших форм жизни. Мы уже видели, что циркадные ритмы можно обнаружить повсеместно в растительном и животном царстве и даже у одноклеточных организмов (гл. 7 и 11). Циркадные ритмы «по-

коя — активности», которые поддерживаются в организме независимо от цайтгеберов окружающей среды, описаны у насекомых и моллюсков (гл. 7). Разумеется, у таких существ нервная система организована совершенно по-другому, чем у позвоночных, и сон невозможно определить по ЭЭГ-критериям. Тем не менее их циркадный ритм «покоя — активности» можно рассматривать как предшественник ритма «сон — бодрствование», как уже указывалось ранее. Как появление в эволюционной истории циркадных ритмов, так и их распространенность в живой природе указывает, что приспособление к 24-часовому суточному ритму явилось чрезвычайно важным фактором для выживания организмов. С другой стороны, наличие циркадных биоритмов создает не только одни преимущества, так как эти ритмы обычно жестко запрограммированы и при изменении условий не могут быстро перенастраиваться. Логично предположить, что необходимо подключить дополнительный механизм (процесс $S$), который давал бы возможность более гибко приурочить время отдыха и активности в соответствии с окружающими условиями и текущими потребностями организма и вывести эти периоды из-под жесткого контроля. Этот эволюционно более молодой процесс регуляции сна делает организм значительно более гибким, легко приспосабливающимся к изменениям окружающей среды. В перспективе развитие сна создавало принципиальную возможность для живых существ «ускользнуть» из-под жесткого контроля биологических часов, не теряя при этом своих эволюционных преимуществ.

Теперь, обремененные всеми этими идеями, давайте по-новому взглянем на стадии сна. Исследователи склонны рассматривать парадоксальный сон в качестве примитивной формы сна, так как он в большей степени определяется циркадными факторами. Это допущение согласуется с тем фактом, что регуляция парадоксального сна довольно грубая. Так, парадоксальный сон не реагирует на депривацию в течение одной ночи или, наоборот, на дополнительный период дневного сна. Необходимо создать значительный дефицит парадоксального сна, чтобы возник регуляторный ответ.

Наоборот, глубокий медленный сон управляется тонкими регуляторными механизмами. Хотя он почти не подвержен влиянию циркадных факторов, глубокий медленный сон исключительно тонко реагирует на удлинение или укорочение периода предшествующего бодрствования. Лишение сна приводит к увеличению процентной представленности глу-

бокого медленного сна; избыточный утренний сон или сон после обеда приводит к уменьшению доли глубокого медленного сна в последующую ночь. Вспомним, что процент глубокого медленного сна во всем медленном сне определяется по соотношению медленных волн в ЭЭГ. По этой причине компенсаторные реакции, включающие в себя изменения представленности глубокого медленного сна, не обязательно должны отражаться в изменении всего времени сна. Медленные волны можно рассматривать как отражение интенсивности медленного сна; таким образом, внутри медленного сна можно выделить различные уровни интенсивности, однако ничего похожего нет в парадоксальном сне [25]. Таким образом, компенсация дефицита парадоксального сна может осуществляться только за счет увеличения длительности этого состояния. Это, в свою очередь, означает, что восстановление утраченного парадоксального сна может произойти только за счет других стадий сна или даже за счет времени бодрствования, что создает дополнительный риск для организма.

Гипотеза, что парадоксальный сон представляет собой примитивную форму сна, соответствует существующим представлениям о том, что те нервные клетки, которые его запускают, находятся в стволе, древней и примитивной части головного мозга, выражаясь языком эволюционистов. С другой стороны, структуры, связанные с глубоким медленным сном, лежат в эволюционно более «новых» отделах переднего мозга. Наконец, парадоксальный сон появляется в индивидуальном развитии намного раньше, чем глубокий медленный сон. Тем не менее все эти рассуждения по поводу эволюционной стороны рассматриваемого вопроса нельзя принимать буквально, а только проявляя вполне уместную здесь осторожность, так как стадии сна, типичные для млекопитающих, нельзя однозначно идентифицировать у более простых видов животных.

## Загадка парадоксального сна

С момента открытия парадоксального сна ученые придумывали различные объяснения этому уникальному феномену. Вначале их внимание было направлено на предполагаемую связь между парадоксальным сном и сновидениями. Но как мы уже видели, эта связь оказалась не такой тесной, как это предполагалось вначале, так как вскоре стало ясно, что сновидения возникают и вне парадоксального сна. По-

этому его нельзя называть стадией сна со сновиденями.

Другая интересная гипотеза возникла из наблюдения, что эта стадия сна преобладает на ранних этапах жизни человека и животных. Имеются указания на то, что и до рождения млекопитающие проводят большую часть времени в состоянии, сходном с парадоксальным сном. Основываясь на этих данных, Жуве предположил, что парадоксальный сон играет особую роль: он обеспечивает процессы программирования в мозге, необходимые для развития и поддержания генетически предопределенных функций, таких, например, как инстинкты. В соответствии с этой гипотезой парадоксальный сон генерирует паттерн (рисунок) сенсорной активности в мозгу — сновидение, которое независимо от окружающего мира. При этом активность нервных клеток стимулирует соответствующий двигательный компонент, но он не проявляется в поведении из-за мощного торможения тонуса произвольной мускулатуры, характерного для этой стадии сна. Мы уже описывали эксперимент на животных, продемонстрировавший, что в парадоксальном сне действительно возникает эмоционально-насыщенное поведение, если устранить эти тормозные влияния. В парадоксальном сне возникает также фазическая активность нервных клеток глубинных структур мозга, и ее можно зарегистрировать электродами; внешне эта активность проявляется в виде спорадических быстрых движений глаз. Жуве склонен полагать, что это и есть код активирующей информации, хранящийся в генах. Эта информация касается организации главным образом врожденного, инстинктивного поведения и, так сказать, проходит «обкатку» в парадоксальном сне, где происходит ее объединение с приобретенной информацией. Хотя эта гипотеза и интересна, проверить ее в конкретных экспериментах нелегко.

Другие ученые рассматривают парадоксальный сон как стадию, в которой происходят специфические процессы восстановления или регенерации в мозге. Американский исследователь сна Фред Снайдер сформулировал теорию, известную под названием сторожевой гипотезы. Исходя из того, что рисунки ЭЭГ в парадоксальном сне напоминают соответствующие картины бодрствования, а в конце периодов парадоксального сна часто возникает кратковременное бодрствование, Снайдер предположил, что функция этой стадии сна заключается в подготовке животного к периодической проверке окружающей его среды: нет ли там сигналов об опасности. Однако и это объяснение также не-

легко проверить. Крайнюю позицию занимает английский специалист по сну Рэй Меддис, который придерживается той точки зрения, что парадоксальный сон является как бы рудиментом, эволюционным остатком, возникшим на этапе появления пресмыкающихся, и у млекопитающих уже не играет никакой роли. Другие гипотезы обсуждались в гл. 4.

Все эти столь различные гипотезы наглядно иллюстрируют, сколь загадочной остается функция парадоксального сна. Ценность существующих теорий будет проверена в дальнейших экспериментах, но возможно также и то, что ученым придется разработать совершенно новые подходы, чтобы проникнуть в глубь тайны этой поразительной стадии сна[26].

# *Заключение*

Даже если мы не можем сейчас дать полный ответ на вопрос: почему мы спим, мы располагаем информацией, которая может указать нам путь в нужном направлении. Процесс сна можно рассматривать как форму приспособления к условиям как внутренней, так и внешней среды. «Накладываясь» на период поведенческого покоя, сон помогает организму избежать опасности, исходящей из окружающей среды. Суточная периодичность сна обеспечивает гарантию того, что животное не покинет своего укромного места в наиболее опасное время суток. По этой причине, например, многие грызуны являются ночными животными и проводят дневное время, когда угроза со стороны их врагов наиболее значительна, в своих норах. В свою очередь, хищники приспособились спать в те же часы, что и их жертвы, чтобы иметь возможность охотиться на них. У травоядных же пища равно доступна как ночью, так и днем, так что им нет резона жестко привязывать свой сон к определенному времени. Поэтому короткие периоды сна у ряда стадных животных, таких, как коровы или овцы, могут возникать в любое время суток. Американский исследователь сна Уилс Уэбб отметил адаптивную ценность такого характера сна для животных, живущих на открытых просторах и в других местах, не изобилующих укрытиями. Характер растительной пищи таков, что ее приходится есть и пережевывать целый день без перерыва, но стадный образ жизни, несомненно, увеличивает безопасность травоядных во время сна; дело в том, что в каждый данный момент некоторые особи в стаде обязательно бодрствуют и потому мгновенно реагируют на приближение врага. Тем не менее удивительно, что даже самые пугливые виды травоядных, такие, как газели, время от времени все же вынуждены спать. Очевидно, что животные могут уменьшить количество сна до минимума, однако не могут вовсе обойтись без него. Это относится также и к дельфинам, которые вынуждены находиться в постоянном движении в воде. Как мы уже видели, они сумели приспособиться к такому образу жизни, изменив свой сон уникальным образом, так что обе половинки их мозга спят поочередно[27].

Можно также рассматривать сон как процесс адаптации к условиям внутренней среды организма. Организм потреб-

ляет меньше энергии, когда замедляются обменные процессы и падает теплоотдача. Таким образом, неподвижность животных во сне можно рассматривать как одну из форм экономии ограниченных энергетических ресурсов, которые при непрерывной активности могли бы быстро истощиться.

У людей, так же как и у животных, можно проследить адаптацию к внутренним и внешним факторам. Хорошим примером того, как поведение «сна — бодрствования» может приспосабливаться к климатическим условиям, является общепринятый в жарких странах обычай послеполуденного сна — сиесты. Несомненно, что сон также служит для защиты от чрезмерного истощения энергетики организма из-за слишком продолжительной активности. Так же, как мы регулярно питаемся, чтобы избежать чувства голода, точно так же и сон, возникающий в одно и то же время, выполняет подобную предохранительную функцию.

Если мы спросим случайного прохожего на улице, для чего нужен сон, он навряд ли ответит — для адаптации, для предохранения, скорее всего скажет — для отдыха, для восстановления сил. Такой ответ, несомненно, основывается на обыденных наблюдениях: каждый вечер мы ложимся спать утомленными и утром встаем свежими и бодрыми. Несмотря на то что с субъективной точки зрения такое заключение представляется самоочевидным, оно до сих пор не имеет ни научного объяснения, ни анализа. В. Р. Гесс писал в 1932 г.: «Те особые механизмы, которые во время сна производят процесс восстановления, остаются скрытыми в тканях организма. Они пока не имеют исчерпывающего объяснения; само их существование лишь предполагается на основе эффектов; однако они лежат в самой сердцевине проблемы сна, и бездеятельность органов чувств, мышц и психических функций — это только побочные факторы, облегчающие протекание процесса восстановления в тканях».

Сегодня, более чем полвека спустя, мы не намного приблизились к разрешению этого центрального вопроса. Мы располагаем некоторыми данными насчет того, что обменные процессы синтеза могут происходить во сне. В поддержку этой теории говорят такие факты, как высокая концентрация гормона роста в начале сна и низкая концентрация при этом гормона кортизола, который играет роль в обменных процессах распада (химического разрушения молекул). Однако ключевые механизмы, лежащие в основе процессов восстановления, все еще неизвестны. Так

что исследование сна — весьма необычный раздел медицины; изучаемый процесс темен как по форме (человек спит в темноте), так и по содержанию. Пролить на него хоть немного света — одна из главных задач науки о сне.

Еще один фактор заслуживает упоминания. Исследования сна отличаются от других разделов медицины, таких архиважных проблем, как сердечно-сосудистые заболевания или рак, тем, что они направлены не на предотвращение или лечение опасных для жизни болезней, а в большей степени способствуют лучшему пониманию обыденного и естественного процесса. Расстройства сна редко представляют непосредственную угрозу для жизни и здоровья, но они резко ухудшают самочувствие, работоспособность и общее «качество жизни». Результаты исследований сна вряд ли дадут сенсационные новые методы лечения, но окажут помощь и улучшат состояние всех тех миллионов людей, которые проводят без сна ночь за ночью. В этом смысле исследования сна можно отнести к тому разделу медицины, который иногда называют наукой о милосердии.

В заключение хотелось бы подчеркнуть, что исследователи сна заняты отнюдь не только лишь своими открытиями и теориями. Во время экспериментов нас всегда охватывает трепетное чувство соприкосновения с одним из фундаментальных процессов жизни. Имея дело со сном, каждый раз лицом к лицу сталкиваешься с явлением, которое, с одной стороны, кажется предельно простым, а с другой — постоянно ускользает от научного понимания. Это заставляет нас проявлять определенную скромность и осторожность в оценках наших достижений. Хотя научный подход будет и дальше приносить свои плоды в изучении тайны сна, тем не менее необходимо быть сдержанными в прогнозах, чтобы не обмануться в преувеличенных ожиданиях. Как сказал философ Мартин Хайдеггер: «Та ясность, с которой природа предстает перед нами как вполне предсказуемая взаимосвязь различных сил, может способствовать правильному наблюдению, но именно такие удачи вводят в заблуждение, ибо видя, что правильно, мы не видим, что истинно».

# *Приложение Памятка страдающим бессонницей*

Часто возникают случайные расстройства сна. Они сводятся к следующим трем формам:

1) трудности при засыпании;

2) беспокойный сон, прерываемый частыми пробуждениями;

3) слишком ранние утренние пробуждения.

Снотворные — это лишь временное решение проблемы.

Слишком многие сразу хватаются за снотворные, как только плохо спали, без реальной потребности в них. Снотворные должны выписываться только врачом и только при серьезных расстройствах сна. Это очень сильнодействующие средства, их нельзя применять от случая к случаю. Как и многие другие лекарства, снотворные обладают нежелательным побочным действием.

Снотворные:

— не вызывают естественного сна (они нарушают нормальное чередование стадий сна);

— их действие часто продолжается на следующий день и вызывает утомление, неприятные ощущения, напоминающие похмелье, а также ухудшение умственной работоспособности;

— могут войти в привычку и после длительного применения сформировать лекарственную зависимость и своего рода наркоманию.

## Причины и последствия нарушений сна

Многие жалуются на легкие и случайные нарушения сна, но это не основание для беспокойства.

Они часто вызываются:

— сильными переживаниями (гнев, страх, радость) или же какими-то идеями и проблемами;

— новой обстановкой (путешествия, отпуск);

— обычными болезнями (грипп, простуда, боль).

Внезапные тяжелые расстройства сна или же умеренные, но продолжительные его ухудшения могут возникать от различных физических или психологических причин. В этих случаях необходимо обратиться к врачу.

Здоровый образ жизни порождает здоровый сон.

Придерживайтесь следующих правил:

— ложитесь спать в одно и то же время всегда. Соблюдение режима важно для здорового сна;

— спите столько, сколько вам требуется для того, чтобы утром чувствовать себя свежими и отдохнувшими. Определите сами для себя, сколько часов сна нужно вам лично. Одним требуется меньше сна, другим больше;

— спите в тихой, темной, хорошо проветренной комнате, на не слишком мягком матрасе;

— если не можете уснуть, встаньте и займитесь чем-нибудь (чтение, вязание и т. п.), пока не почувствуете усталость. Не спите днем, если ночью плохо спали.

В вечерние часы избегайте:

— кофе, алкоголя, никотина;

— обильной пищи;

— интенсивной умственной или физической нагрузки.

Помните: одна ночь без сна — это не повод для беспокойства!

(Памятный листок для больных составлен в лаборатории по экспериментальному и клиническому изучению сна Цюрихского университета.)

# *Примечания переводчика*

## Об авторе этой книги

Александр А. Борбели родился в Будапеште в 1939 г. Его отец, человек прогрессивных взглядов, был врачом и крупным организатором здравоохранения, мать происходила из буржуазно-либеральной семьи. В 1943 г., спасаясь от преследований хортистского режима, семье Борбей (так произносится эта фамилия по-венгерски) с большим трудом удалось перебраться в Швейцарию. Здесь А. Борбели-старший вновь прославился как деятель медицины. Так, им впервые в мире была организована служба неотложной консультативной помощи по телефону при отравлениях, впоследствии рекомендованная для внедрения во всех странах Всемирной организацией здравоохранения...

Александр Борбели закончил фармакологическое отделение медицинского факультета Цюрихского университета, стажировался в США в знаменитом Массачусетсском технологическом институте. Увлекшись проблемой сна в начале 70-х годов, А. Борбели во главе маленького коллектива в Цюрихе удалось за короткое время выполнить целый ряд блестящих работ, сделавших его имя одним из самых авторитетных в науке о сне. Если судить по «гамбургскому счету», то в настоящее время А. Борбели является, несомненно, вторым в Европе среди ведущих специалистов по сну (после легендарного профессора М. Жуве из Лиона, имя которого неоднократно встречается на страницах этой книги) и входит в пятерку крупнейших авторитетов мира. А. Борбели избран президентом Европейского общества по изучению сна. Он руководит лабораторией по изучению сна в Институте фармакологии при Цюрихском университете и является профессором этого университета. Профессор А. Борбели находится в настоящее время в расцвете творческих сил и, несомненно, еще обогатит науку новыми открытиями.

В работе профессора А. Борбели тонкость анализа сочетается с широтой подхода. Эти особенности проявились и при написании данной книги, ставшей заметным событием в мировой научно-популярной литературе, переведенной на английский и японский языки и получившей ряд позитивных откликов на страницах периодических журналов. Можно

надеяться, что книга эта будет с интересом встречена и советским читателем, отнюдь не избалованным изобилием общедоступной литературы на эту тему.

## Комментарии

1. Пожалуй, вернее было бы сказать, что необычно длинный или необычно короткий сон лишь отражает те или иные неспецифические нарушения в организме, которые и являются причиной повышенного уровня смертности; сон как таковой здесь ни при чем.

2. Поза сна животного зависит от окружающей температуры.

3. Из ныне существующих примерно 4000 видов млекопитающих физиологический сон изучен у 73.

4. В отношении дельфинов речь идет о работах советского ученого Л. М. Мухаметова и его сотрудников (см. об этом: Наука в СССР.— 1983.— № 3; Знание — сила.— 1985.— № 4).

5. Как обнаружил Л. М. Мухаметов с сотрудниками, каспийский тюлень спит только 3,5 ч в сутки.

6. Английский исследователь сна Рой Меддис показал, что отрицательная корреляция между продолжительностью жизни и длительностью сна является, возможно, лишь статистическим артефактом.

7. Это открытие было сделано советскими учеными Л. М. Мухаметовым и А. Я. Супиным (см. прим. 4, а также: Супин А. Я. В центре внимания — дельфин.— М.: Знание, 1983).

8. Удивительный пример дает обитающий в Черном и Азовском морях небольшой дельфин-азовка. Как показал Л. М. Мухаметов с сотрудниками, эти животные в экспериментальном бассейне круглые сутки находятся в движении, быстро плавая по кругу под водой и всплывая для каждого выдоха-вдоха. При таком однообразном поведении можно наблюдать и двухполушарное бодрствование, и двухполушарный поверхностный медленный сон, и глубокий однополушарный медленный сон. Эти данные не укладываются в традиционные рамки представлений о сне как о состоянии покоя. Сон дельфинов показывает, что основной функцией сна у млекопитающих является обслуживание каких-то еще неизвестных потребностей самого мозга (см. далее).

9. Это спорный вопрос. Одно дело — чередующиеся ежесуточные периоды активности и поведенческого покоя, ха-

рактерные для всех живых существ, а другое — истинный сон, т. е. особое, очень сложное состояние высокоорганизованного мозга теплокровных, заполняющее эти периоды поведенческого покоя птиц и млекопитающих.

10. Как раз в этом высказывании нет никакого преувеличения.

11. Это открытие было сделано М. Жуве еще четверть века назад, но до сих пор остается почти неизвестным широкой публике (вероятно, из-за того, что опыты связаны с вивисекцией) (см. об этом: Моррисон Эдриан Р. Окно в спящий мозг // В мире науки.— 1983.— № 6.— С. 62—71).

12. Речь идет об исполнительном механизме; остается, однако, неясным самое главное: что управляет взаимодействием между этими двумя группами клеток?

13. Структура этого вещества была окончательно раскрыта в 1984 г. Оказалось, что это фрагмент клеточной оболочки кишечной палочки, т. е. вещество бактериального происхождения. В целом результаты всей этой обширной серии работ американских авторов к настоящему моменту можно расценивать двояко: с одной стороны, было впервые обнаружено влияние на сон веществ, главная функция которых связана с иммунной системой, с другой стороны, представляется все же маловероятным, что эти вещества вовлечены в нормальную регуляцию сна. Скорее всего они играют важную роль в нарушениях сна, возникающих при некоторых бактериальных инфекциях.

14. Всего было обнаружено 4 фракции, обладающие снотворным эффектом. Одна из них была идентифицирована в 1983 г. как уридин — вещество, постоянно присутствующее в довольно больших концентрациях в ткани мозга и спинномозговой жидкости; предполагается, что небольшие колебания содержания уридина в мозге являются фактором, участвующим в запуске и поддержании сна. Химическая природа остальных фракций остается неизвестной.

15. В наших собственных исследованиях, так же как в работах самого Борбели и в других, не удалось подтвердить снотворного эффекта пептида дельта-сна. Более того, венгерскими физиологами было обнаружено даже уменьшение сна в определенные интервалы времени после введения этого вещества. Нам удалось, однако, показать, что если внести химическим путем определенные изменения в структуру исходной молекулы, направленные на повышение ее устойчивости по отношению к разрушающему действию неко-

торых ферментов организма (такие манипуляции были проделаны отечественными химиками В. Н. Калихевичем и С. И. Чуркиной, а также И. И. Михалевой с сотрудниками), то снотворная активность действительно появляется, причем опять-таки в строго определенные временные периоды. Эти данные были подтверждены в перекрестном слепом тестировании веществ, проведенном совместно с венгерскими (Ф. Обал-младший с соавторами) и японскими (Ш. Иноуэ, упоминаемый в этой главе, с соавторами) исследователями. Имеются достаточно серьезные основания полагать, что ПДС или близкие к нему пептиды действительно содержатся в мозге и других органах, где выполняют целый ряд функций, и сон — лишь одна из них, возможно, не самая главная. Можно надеяться, что эти вещества послужат основой для создания в недалеком будущем нового класса снотворных и успокоительных лекарств.

16. В последние годы подтверждено, что ВИП и некоторые другие пептиды мозга участвуют в регуляции парадоксального сна.

17. Подтверждения этих данных в других лабораториях не получено.

18. Резюмируя все вышеизложенное, можно сказать, что открытие важнейших регуляторов сна — дело будущего. Однако появления новых снотворных и успокаивающих лекарств, созданных на основе уже известных эндогенных веществ сна, можно ожидать уже в ближайшее время (см.: Природа.— 1983.— № 4.— С. 13—21; Знание — сила.— 1985.— № 3.— С. 17—19).

19. Первые опыты по лишению сна были проведены русской ученой М. М. Манасеиной на щенках в 80-х годах прошлого века.

20. В последнее время осознан, наконец, тот факт, что хроническое недосыпание, нарастающее в течение рабочей недели, хотя и не создает, по-видимому, серьезной угрозы здоровью человека, чревато, однако, весьма серьезными потерями в производственной сфере и даже может быть причиной грандиозных катастроф, возникающих вследствие нарушения бодрствования и внимания и появления эпизодов микросна у персонала (см. также прим. 23).

21. Опыты по избирательному лишению крыс парадоксального сна, выполненные нами несколько лет назад, позволили выдвинуть новые подходы к пониманию функционального назначения этой загадочной фазы сна (см. При-

рода.— 1982.— № 8.— С. 74—79; Наука в СССР.— 1986.— № 2.— С. 45—51).

22. Недавно американский исследователь Чарлз Цейслер предложил новый метод восстановления нарушенных биоритмов с помощью кратковременных экспозиций на ярком свету, приуроченных к определенным моментам времени. С помощью таких процедур удается, например, за трое суток «исправить» циркадный ритм, смещенный вследствие перелета через 11 часовых поясов; в обычных условиях на это требуется 10 дней. Этот безлекарственный метод начинает применяться также и для лечения некоторых видов бессонницы, для коррекции биоритмов у сменных рабочих и т. д.

23. Подмечено, что большая часть катастроф, происшедших в последние годы, приходится на те ночные часы, когда бдительность персонала понижена из-за нарушений бодрствования и периодически наступающих неосознаваемых периодов микросна. К таким катастрофам относится инцидент на атомной электростанции «Тримайл айленд», возникший в 4 часа утра, и целый ряд других промышленных и транспортных аварий. Это привлекло чрезвычайное внимание общественности и политиков в Западной Европе и США. В заявлении созданного в США специализированного комитета «Катастрофы, сон и общественная политика» подчеркивается, что даже небольшое хроническое недосыпание на 1—2 часа чревато серьезными нарушениями в работе, если последняя постоянно требует высокого уровня сосредоточенности и внимания. Таким образом, производственная деятельность человека в условиях НТР диктует необходимость строгого соблюдения гигиены сна, в то время как его образ жизни плохо согласуется с этим требованием. Эта коллизия в ближайшие годы будет обостряться, что потребует принятия специальных мер во всех промышленно развитых странах.

24. Недавно два молодых исследователя сна — Скотт Кэмпбелл из США и Юрген Цулли из ФРГ — в остроумной серии экспериментов показали, что если поместить здоровых испытуемых на несколько суток в такие же условия, в каких находятся подопытные животные (небольшая камера, полная изоляция, вдоволь пищи и воды, но еда всегда одна и та же, никаких посторонних стимулов, почти постоянное пребывание в постели и т. д.), то у человека постепенно восстанавливается «естественный» характер сна. Монофазический сон сменяется полифазическим, т. е. че-

ловек начинает спать не только ночью, но и днем; качественные различия между сном в первую и вторую половину ночи стираются; сон становится более дробным, после каждого цикла возникает более или менее длительное пробуждение; общее время сна возрастает до 10 ч в сутки и более и т. д. Авторами сделан весьма важный вывод о том, что хорошо изученный ныне сон взрослого человека далек от естественного; он находится под жестким давлением цивилизации, требующей от человека поддерживать высокий уровень бодрствования бóльшую часть суток для выполнения профессиональных и социальных обязанностей. Можно сказать, что каждые сутки из жизни взрослого человека представляют собой 16-часовую депривацию сна, за которой следуют 8 ч его «отдачи». Недавно учрежденная Европейским обществом по изучению сна Международная премия имени Вальтера Гесса была вручена впервые в 1986 г. за работу, озаглавленную «Человек спит так же, как животные».

25. Внутри каждого эпизода парадоксального сна наблюдаются периодические нарастания и спады интенсивности физиологических процессов.

26. Советскими учеными В. С. Ротенбергом и В. В. Аршавским разработана концепция поисковой активности, позволяющая по-новому взглянуть на функциональную роль парадоксального сна (см. об этом: Ротенберг В. С. Аршавский В. В. Поисковая активность и поведение.— М.: Наука, 1984).

27. Недавно Л. М. Мухаметовым и О. И. Ляминым было обнаружено животное с необычным характером сна, который можно рассматривать, несколько упрощая, как переходный между обычным сном млекопитающих и однополушарным сном дельфина. Этим животным оказался морской котик — представитель группы ушастых тюленей. Если котик спит на берегу, то его сон больше похож на сон наземных млекопитающих: межполушарная асимметрия выражена слабо, а парадоксальный сон представлен хорошо. Если же котик вынужден спать на воде, то его сон становится похожим на сон дельфина: межполушарная асимметрия резко выражена, парадоксальный сон редуцирован. Дальнейшее изучение этого необычного явления представляет значительный интерес.

## Содержание

60 коп.

Александр Борбели

# ТАЙНА СНА

Сон — тема с вариациями

Сон и снотворные

Сон и мозг

Сон у животных

Сон как биологический ритм

Для чего нужен сон?